



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

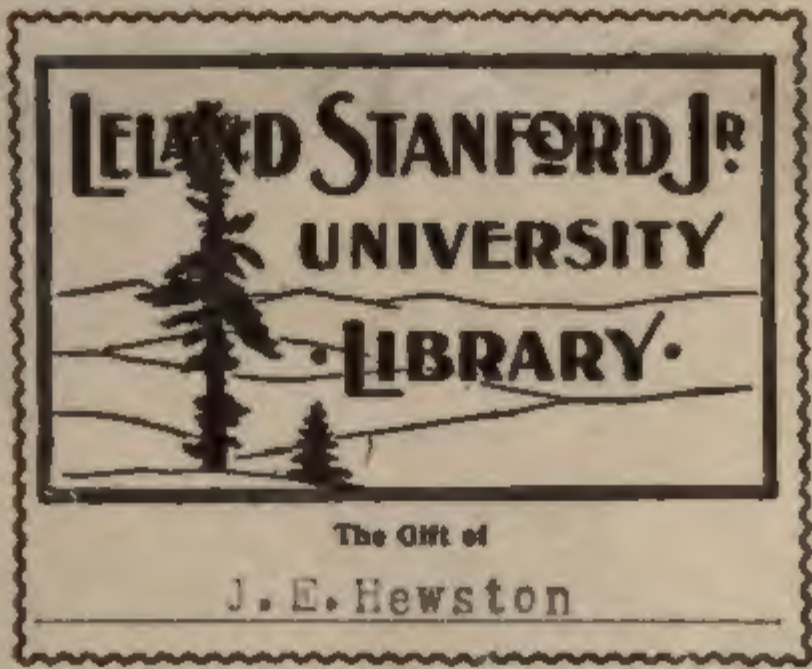
Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

660
S383





E l e m e n t e
der
technischen Chemie,
zum Gebrauch
beim Unterricht im Königl. Gewerbeinstitut
und den Provinzial-Gewerbschulen,

VON

Ernst Ludwig Schubarth,

Doctor der Philosophie, Medicin und Chirurgie, außerordentlichem Professor in der philosophischen Fakultät der Königl. Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin, Lehrer der Physik und Chemie am Königl. Gewerbeinstitut, Mitglied der Königl. technischen Deputation für Gewerbe im Ministerio des Innern.

JOHN HEWSTON JR.

Ersten Bandes erste Abtheilung,
mit 6 Kupfertafeln.

Berlin,
in Commission bei August Rücker.

1831.

A

174652

YHARDU

NOBU. OROHOTOHMAU

YTIHIVAU

V o r w o r t

Es sind 9 Jahre verflossen, seitdem das hiesige Königl. Gewerbinstitut gegründet, und mir die Ehre zu Theil wurde, an demselben Vorträge über Physik und Chemie in gewerblicher Beziehung zu halten. So wie mit jedem Jahr sich die Zahl fähiger Zöglinge vermehrte, wurde auch der Umfang des Unterrichts allmählig erweitert, um dem großen Ziel einer zweckmäßigen gründlichen Bildung künftiger Gewerbtreibender immer näher zu treten. Aber bald wurde der Mangel eines für den Unterricht in der technischen Chemie passenden Werks fühlbar, welches, nicht wie ein Lehrbuch in gedrängter Kürze einen Leitfaden des Vortrags abgiebt, und eines weitläufigen Commentars des Lehrers bedarf, was zu Folge hat, daß die Schüler, um zum Repetiren der mannichfaltigen Einzelheiten einen Anhaltspunkt zu haben, vollständige Hefte nach dem Vortrag des Lehrers ausarbeiten müssen, wie es zeither auf dem Institut geschehen ist, — welche Einrichtung mit vielem Zeitaufwand verknüpft, auf der andern Seite aber auch zum Aneignen des Gelernten wesentlich beiträgt, — sondern als ein Hand- und Lesebuch einen vollständigen Vortrag über technische Chemie und chemische Technologie enthält, so daß der Zögling zur Wiederholung des Gehörten und zum Privatstudium reichlichen Stoff findet, und durch Nachlesen sich selbst belehren kann.

Es wurde mir daher schon vor Jahren der Wunsch der Höchsten vorgesetzten Behörde zu erkennen gegeben, für ein den Zwecken des Instituts und der Provinzial-Gewerbschulen angemessenes Werk Sorge zu tragen, wenn ich durch mehrjährige Erfahrung sowohl das Bedürfnis der Lernenden, als auch die zweckmäßigste Art des Vortrags würde kennen gelernt haben. Zu diesem Behuf habe ich nun seit Jahren Notizen gesammelt, und meine Vorträge

174652

YRAME
XOMU. GOMAS. OPA. NI
YIPAVAU

schriftlich auszuarbeiten angefangen, von denen ich das erste Drittheil hiemit der Oeffentlichkeit übergebe. Se. Excellenz der Herr Minister des Innern hat bestimmt, daß dieses Werk nicht allein beim Unterricht im Königl. Gewerbinstitut, sondern auch in den Provinzial-Gewerbschulen, um einen gleichförmigen Unterricht zu bezwecken, zum Grunde gelegt werden soll, zu welchem Ende auch eine beträchtliche Anzahl Exemplare angekauft worden sind.

Bei Ausarbeitung desselben war mein Bestreben, nicht bloß dem Anfänger, sondern auch dem weiter Vorgeschnittenen Stoff zur Belehrung zu geben, für eine gründliche Kenntniß der wichtigsten chemischen Lehren, der technischen Prozesse der Gewinnung, Darstellung der in den Gewerben angewendeten verschiedenartigen Substanzen, deren Eigenschaften, Güte, Prüfung der Reinheit, Benutzung in den Gewerben Sorge zu tragen. Um aber das Nöthigste und Unentbehrlichste von dem zu sondern, was bei einem Unterricht, wie er z. B. in der obern Klasse des hiesigen Gewerbinstituts Zöglingen ertheilt wird, die die Elemente der Chemie gehörig inne haben, Geübtern zur Erweiterung ihrer chemischen Kenntnisse mit Auswahl mitzutheilen ist, so habe ich das erstere mit größerer, das letztere mit kleinerer Schrift setzen lassen.

So wie beim Erlernen einer jeden Wissenschaft das *non multa, sed multum* eine goldne Regel ist, so ist es ganz besonders bei der Chemie der Fall, welche an sich schon das Gedächtniß der Lernenden gar sehr in Anspruch nimmt. Was nutzt dem Gewerbsmann für den ersten Unterricht in der Chemie z. B. vom Jod, Brom, von der Ytter-, Zirkon-, Beryllerde etwas zu hören, wenn er nur von der Kohle, dem Schwefel, der Schwefelsäure, dem Chlor u. a. gründliches gelernt hat: vom Palladium und Cerer etwas zu wissen; und auf der andern Seite die verschiedenen Darstellungsarten des Eisens, des Stahls, und die Methode, Pottasche auf ihren Kaligehalt zu prüfen, nicht zu kennen! Es muß daher der Lehrer bei dem ersten Unterricht von jenen füglich schweigen, um die Zeit auf eine gründliche Belehrung über das Unentbehrlichste zu verwenden.

Bei der Abhandlung der einzelnen Gegenstände habe ich die wissenschaftlichen neuern Benennungen, die ältern Namen, und, so viel es mir möglich war, die technischen Ausdrücke nicht allein in der Muttersprache, sondern auch die französischen und englischen angegeben, um den Gebildeten, welche in jenen Sprachen geschriebne technische Werke lesen wollen, das Verständniß derselben zu erleichtern, zu welchem Zweck besondere Register dem vollendeten Werk beigegeben werden sollen; gewöhnliche Wörterbücher lassen nur zu oft den Belehrungsuchenden hierüber im Dunkeln. Ich webte ferner das Nothwendigste aus der technischen Mineralogie ein, um das Bild zu vervollständigen, welches der Lehrer dem Schüler von der Verarbeitung vieler Fossilien, Erze entwerfen muß, und insbesondere auch deshalb, weil über technische Mineralogie an den mebrsten Gewerbschulen noch keine Vorträge statt finden. Ich bin hierin meist *Brard* und *v. Leonhard* gefolgt. Auch suchte ich, so viel es mir möglich war, die Fundörter nützlicher Fossilien im preussischen Staat, so wie die gewerbliche Verarbeitung derselben bei uns nachzuweisen, über vaterländische Fabrikanlagen, berg- und hüttenmännische Productionen, über Ein- und Ausfuhr wichtiger roher Materialien und chemisch-technischer Fabrikate Nachricht zu geben, um hierdurch dem Buch ein vaterländisches Interesse zu verleihen, und dem Lernenden sein Vaterland in technischer Beziehung kennen zu lehren.

Unterstützt durch die zuvorkommende Güte verehrter Männer, denen ich hiedurch meinen aufrichtigsten Dank abstatte, bin ich in den Stand gesetzt worden, Zeichnungen interessanter technischer Einrichtungen, die bei uns ausgeführt wurden, und im Betrieb stehen, so wie bewährter Apparate und Maschinen, diesem Buch zuzufügen, wodurch einem dringenden Bedürfniß abgeholfen sein wird, welches sich beim Vortrag recht fühlbar macht. Auch habe ich die wichtigste neueste Literatur angegeben, und die Quellen genannt, aus denen ich Belehrung schöpfte.

Das ganze Werk wird in drei Abtheilungen erscheinen, von etwa 100 eng bedruckten Bogen und 16 Kupferla-

feln; die zweite Abtheilung wird die übrigen Metalle abhandeln, die dritte die organische Chemie und die dahin einschlagenden gewerblichen Gegenstände. Schenkt mir der Allerhöchste Gesundheit und Kräfte, so gedenke ich binnen $2\frac{1}{2}$ Jahren das Ganze vollendet zu haben; die Bearbeitung der zweiten Abtheilung hat schon begonnen.

Ich hoffe, daß auch außer den Lehranstalten, für welche ich zunächst auf höhere Veranlassung dieses Werk zu verfassen unternommen habe, dasselbe nützlich sein werde, und von einem Jeden, der sich eine gründliche Einsicht in das Gebiet der technischen Chemie und chemischen Technologie verschaffen will, nicht ohne Befriedigung aus der Hand gelegt werden dürfte. Ich bescheide mich aber sehr gern, daß es Manchem zu gelehrt und nicht populär genug bedünken wird, dagegen erwidere ich, daß es für die lernbegierige Jugend geschrieben, welche sich ohne große Schwierigkeit in einen streng wissenschaftlichen Vortrag findet. Ein Jeder muß, um etwas Gediognes zu lernen, und später zu leisten, seine Kräfte anstrengen; wer dazu keinen Trieb fühlt, und sich nicht Mühe giebt, wird in den exacten Wissenschaften keine Fortschritte machen, deren großer Nutzen für die Gewerbsamkeit allenthalben anerkannt ist, und welche zu verbreiten unsre für das Wohl des Vaterlands stets sorgende Regierung eifrigst bemüht ist. Mit Freuden denke ich an die Zukunft, wenn der Same, den wir Lehrer ausstreuten, zur fruchtbringenden Saat gereift sein wird, und unsre treuen Bemühungen von vielen dankbaren Schülern durch treffliche Leistungen werden vergolten werden!

Heil unserm allverehrten K ö n i g, Heil dem Vaterland!

Berlin den 4. October, 1830.

Schubarth.

Inhaltsverzeichnis

beider Abtheilungen des ersten Bandes.

Erste Abtheilung.

Einleitung in die Chemie.

Allgemeine Vorbegriffe.....	Seite 1
Von dem chemischen Prozeß insbesondere.....	5
Von dem chemischen Apparat und Operationen.....	17
I. Apparate zur Zerkleinerung.....	17
II. " " mechanischen Absonderung starrer Körper aus Flüssigkeiten.....	18
III. " zum Flüssigmachen sowohl auf trockenem, als nas- sem Weg.....	21
IV. " " Abdampfen und Krystallisiren.....	24
V. " zur Destillation, Sublimation, Gärmentation.....	29
VI. " " Entbindung und zum Auffangen von Gasen, zu verschiedenen Versuchen mit denselben...	34
VII. " zum Erhitzen chemischer Geräthschaften.....	45
VIII. Anderweitige Apparate etc.....	55
IX. Angabe einiger Kiste und Beschlüge	56

A n h a n g.

Tabelle über die preuß. Längen-, Körpermaasse und Gewichte..	57
Vergleichung der französ. und engl. Maasse und Gewichte mit den preussischen.....	59
Reductionstabelle der <i>Baumé'schen</i> Aräometergrade auf das spe- cifische Gewicht.....	62
Vergleichung der <i>Fahrenheit'schen</i> Thermometerskala mit der <i>Celsius-</i> und <i>Réaumur'schen</i>	63



Inhaltsverzeichnis

beider Abtheilungen des ersten Bandes.

Erste Abtheilung.

Einleitung in die Chemie.

Allgemeine Vorbegriffe.....	Seite 1
Von dem chemischen Prozeß insbesondere.....	= 5
Von dem chemischen Apparat und Operationen.....	= 17
I. Apparate zur Zerkleinerung.....	= 17
II. " " mechanischen Absonderung starrer Körper aus Flüssigkeiten.....	= 18
III. " zum Flüssigmachen sowohl auf trockenem, als nas- sem Weg.....	= 21
IV. " " Abdampfen und Krystallisiren.....	= 24
V. " zur Destillation, Sublimation, Cämentation.....	= 29
VI. " " Entbindung und zum Auffangen von Gasen, zu verschiedenen Versuchen mit denselben...	= 34
VII. " zum Erhitzen chemischer Geräthschaften.....	= 45
VIII. Anderweitige Apparate etc.....	= 55
IX. Angabe einiger Kiste und Beschläge	= 56

A n h a n g.

Tabelle über die preuß. Längen-, Körpermaasse und Gewichte..	= 57
Vergleichung der französ. und engl. Maasse und Gewichte mit den preussischen.....	= 59
Reductionstabelle der Baumé'schen Aräometergrade auf das spe- cifische Gewicht.....	= 62
Vergleichung der Fahrenheit. Thermometerskala mit der Celsius- und Réaumur'schen.....	= 63

Drei und dreißigstes Kapitel.	Vom Tellurium.....	Seite 463
Vier " " " "	Spießglanz.....	= 465
Fünf " " " "	Titan.....	= 482
Sechs " " " "	Tantal.....	= 484
Sieben " " " "	Wolfram.....	= 485
Acht " " " "	Molybdän.....	= 488
Neun " " " "	Chrom.....	= 491
Vierzigstes Kapitel.	Vom Arsenik.....	= 502
Ein und vierzigstes Kapitel.	Vom Vanadium.....	= 522
Druckfehler und kleine Zusätze zur ersten Abtheilung.....		= 526
" " " " " "	zweiten Abtheilung.....	= 529
Größere Zusätze zur ersten Abtheilung.....		= 530
" " " "	zweiten Abtheilung.....	= 533

Einleitung in die Chemie.

1. Allgemeine Vorbegriffe.

Die Chemie*) ist eine auf Erfahrung gegründete Lehre von den Verwandtschaftsercheinungen der Naturkörper, das ist die Lehre von den durch die Verwandtschaftskraft hervorgebrachten Naturerscheinungen. Gleich wie in der Physik von den Wirkungen der verschiedenen mechanischen Naturkräfte gehandelt wird, so lehrt die Chemie die chemische Naturkraft kennen, das ist die Affinität oder Verwandtschaft, *affinité*, *affinity*.

Dieselbe giebt sich auf doppelte Art zu erkennen, sowohl durch die Verbindung ungleichartiger Körper zu einem gleichartigen Ganzen, chemische Mischung (Synthese), als auch durch Trennung eines zusammengesetzten gleichartigen Körpers in ungleichartige Substanzen, Bestandtheile, chemische Zerlegung (Analyse). So vereinigen sich z. B. der Sauerstoff und Wasserstoff mit einander zu Wasser, der Schwefel und Sauerstoff zu Schwefelsäure, welche Produkte von den beiden sie bildenden Stoffen wesentlich verschiedene Eigenschaften besitzen. Denn im Wasser sind weder die Eigenschaften des Sauerstoffs noch des Wasserstoffs wieder zu finden, beide haben sich so innig mit einander verbunden, daß über alle sinnliche Anschauung hinaus die Theilchen dieser ungleichartigen Körper sich gegenseitig unendlich genähert haben, und in diesem Zustand durch die ihnen inwohnende Verwandtschaftskraft beharren, wodurch es unserm Sehorgan vorkommt, als sei das Wasser ein vollkommen gleichartiger Körper.

*) Das Wort Chemie ist orientalischen Ursprungs, und bedeutet die koptische Kunst, die vermeintliche Kunst, unedle Metalle in edle zu verwandeln zu können, welche im zweiten Jahrhundert nach Christus in Alexandria in Aegypten ihren Ursprung genommen.

[Diejenigen Chemiker und Physiker, welche eine sogenannte chemische Durchdringbarkeit der Materie annehmen, erklären das (Homogensein) Gleichartigerscheinen eines aus ungleichartigen (heterogenen) Stoffen gebildeten zusammengesetzten Körpers aus der Eigenschaft aller Materie sich chemisch durchdringen zu können, wodurch die Verschiedenheit der Grundkräfte sich gegenseitig ausgleicht, welches zur Folge hat, daß auch das Materielle eine von dem frühern abweichende Beschaffenheit zeigt.]

Die chemische Anziehungskraft, die Verwandtschaft, zeichnet sich dadurch vor der mechanischen Cohäsions- oder Adhäsionskraft aus, daß, indem durch die Cohäsionskraft nur gleichartige Körper sich in der Berührung anziehen und ein gleichartiges Ganze bilden, und vermöge der Adhäsionskraft sich zwar ungleichartige und gleichartige Körper anziehen, aneinander haften, aber kein gleichartiges Ganze bilden, durch die Kraft der Verwandtschaft ungleichartige Körper sich zu einem gleichartigen Ganzen verbinden. So sind, um ein Beispiel beizubringen, die einzelnen Massentheilchen, welche ein Stück Glas bilden, alle Glas, sie halten durch gegenseitige Anziehung zusammen, das Ganze ist ein Aggregat vieler kleinster Glastheilchen, welche sowohl unter einander, als auch mit dem Ganzen völlig gleichartig sind. Betrachtet man ein mit Silber oder Gold plattirtes Geräth, so findet man sogleich, daß es aus Kupferblech besteht, auf welchem ein äußerst dünnes Blättchen Silber oder Gold aufliegt, mit dem Kupfer in genauester Berührung, aber deshalb nicht mit demselben zu einem gleichartigen Ganzen verbunden; eben so erblickt man im Granit, Gneiß, Syenit, Phorphyr verschiedene Gemenge ungleichartiger Fossilien, die mehr oder minder fein zertheilt in der Berührung sich anziehen, deshalb an einander haften, ein Ganzes, aber kein gleichartiges Ganzes, bilden.

Durch die Verwandtschaft werden aber nicht allein aus ungleichartigen Körpern gleichartige Verbindungen hervorgebracht, sondern auch aus gleichartigen zusammengesetzten Stoffen ungleichartige Körper, Bestandtheile, geschieden, (Prozess der chemischen Zerlegung). So kann man z. B. das Wasser in Sauerstoffgas und Wasserstoffgas zerlegen, so auch die Schwefelsäure in Schwefel und Sauerstoffgas. Die chemische Zerlegung unterscheidet sich von der mechanischen Theilung dadurch, daß die Produkte der letztern gleichartige Körper, die Produkte der erstern aber ungleichartige Substanzen sind; denn wenn man Glas noch so fein zertheilt, pulvert, reibt, so bleibt das kleinste Körnchen immer noch Glas und ist gleicher Natur mit dem Ganzen; dagegen wenn das Glas einer chemischen Analyse unterworfen wird, er-

Man kann Kieselerde und Kali, oder Natron, als hauptsächlichste Bestandtheile, Körper, welche unter einander ungleichartig und vom Glas wesentlich verschieden sind,

Man unterscheidet nähere und entferntere Bestandtheile, insofern ein zusammengesetzter Körper bei der chemischen Zerlegung Bestandtheile liefert, die selbst wieder zusammengesetzt sind, und daher von Neuem in andere Bestandtheile zerlegt werden können. So besteht z. B.

Salpeter aus:

Salpetersäure	Kali
Stickstoff, Sauerstoff	Kalium, Sauerstoff.

Sind die nähern Bestandtheile Salpetersäure und Kali, und die entferntern Stickstoff, Kalium und Sauerstoff. Es kommen auch Fälle vor, wo man sogar noch entfernteste Bestandtheile unterscheiden kann, als z. B. beim Alaun, dieser besteht aus

schwefelsaurer Thonerde	schwefelsaurem Kali
Schwefelsäure, Thonerde	Schwefelsäure, Kali
Schwef. Sauerst. Aluminium Sauerst.	Schwef. Sauerst. Kalium Sauerst.

Sind die nähern Bestandtheile: schwefels. Thonerde, schwefels. Kali; die entferntern: Schwefelsäure, Thonerde, Kali; die entferntesten: Schwefel, Aluminium, Kalium, Sauerstoff.

Körper, welche nicht weiter zerlegbar sind, nennt man einfache Stoffe, Grundstoffe, chemische Elemente, *corps simples*, *elementary bodies*, man kann jedoch von ihnen nicht behaupten, sie seien absolut unzerlegbar, sondern nur dafs sie nach Mafsgabe unserer jetzigen Kenntnisse in der analytischen Chemie unzerlegbar sich beweisen, weshalb man von ihnen glaubt, sie seien einfache Stoffe, Grundstoffe; man kennt deren bis jetzt 53.

Es erscheint bei einem flüchtigen Blick auf die verschiedenen Erscheinungen, welche die Verwandtschaft bedingt, widersprechend, dafs dieselbe Naturkraft sowohl bildend, als auch zerstörend wirke. Auch, wenn man die Erscheinungen der chemischen Zersetzung genauer verfolgt, so findet sich, dafs dieser Prozeß nur die Folge einer zugleich wirkenden, oder eigentlich vorangehenden, neuen Mischung ist. Wenn z. B. essigsaures Bleioxyd durch Schwefelsäure zersetzt wird, so ist die erfolgende Abscheidung der Essigsäure vom Bleioxyd die Folge der neuen Verbindung des letztern mit Schwefelsäure; ferner die Entweichung von Wasserstoffgas aus dem Wasser, welches mit Zink und Schwefelsäure in Berührung steht, eine Folge davon, dafs sich der

Sauerstoff des Wassers mit Zink, und das entstandene Zinkoxyd mit Schwefelsäure verbindet.

[Man unterscheidet reine und angewandte Chemie; insofern die Chemie als eine für sich bestehende Wissenschaft unter den einzelnen Zweigen der Naturkunde eine Stelle behauptet, nennt man sie reine Chemie, angewandte dagegen, wenn man chemische Lehren auf andere Wissenschaften, Künste und Gewerbe anwendet. So zählt man unter letztere die technische Chemie, Anwendung chemischer Lehrensätze auf die verschiedenartigsten Gewerbe, welche mit chemischen Prozessen der Mischung und Zerlegung zu thun haben. Eben so wie zum Studium der angewandten Mathematik Kenntniß der reinen Mathematik unumgänglich erforderlich ist, so ist auch, um technische Chemie zu studiren, nothwendig, eine Kenntniß der wichtigsten Lehren der reinen Chemie zu besitzen. Es ist der Zweck dieses Lehrbuchs, die Elemente der reinen Chemie in stetem Zusammenhang mit der technischen Chemie vorzutragen.

Man theilt die Chemie ferner in eine allgemeine und besondere ein, erstere lehrt die Verwandtschaftskraft, die chemische Naturkraft kennen, ihr Verhalten zu andern Naturkräften, ihre Wirkungsart unter verschiedenen Bedingungen, die Gesetze der Mischung und Zersetzung der Naturkörper; die besondere Chemie dagegen lehrt uns das Verhalten der einzelnen bekannten einfachen und zusammengesetzten Naturkörper gegen einander, ihre Verbindungen, Zersetzungen. Sie giebt auch ferner, um die Naturkörper, von denen es sich handelt, genauer kennen zu lehren, die physikalischen und physiologischen Eigenschaften derselben an, als Farbe, Geruch, Geschmack, Krystallform, spezifisches Gewicht, Härte, Schmelz- und Verdampfungsfähigkeit, Lichtbrechungs- Wärme- und Elektricitätsleitungsvermögen etc., Eigenschaften, welche durchaus keine chemischen sind, aber zur Vervollständigung des Bildes, welches von der Natur der einzelnen bekannten Materien in der Chemie entworfen wird, nothwendig.

Theoretische und praktische Chemie sind dadurch von einander verschieden, daß erstere die chemischen Bereitungsarten der Naturkörper bloß im Allgemeinen angiebt, letztere dagegen die vortheilhaftesten Bereitungen, die Handgriffe, das Detail des Verfahrens lehrt. Uebrigens lernt man ebenso wenig praktische Chemie aus Büchern, als man praktische Mechanik am Schreibtisch studiren kann. Ein Theil der praktischen Chemie ist die analytische Chemie, welche die Methoden lehrt, zusammengesetzte und einfache Stoffe zu erkennen, von einander zu scheiden und dem Gewicht nach zu bestimmen. Sie ist durch die Bemühungen der Chemiker in der neuesten Zeit bedeutend ausgebildet worden.]

2. Von dem chemischen Prozeß ins Besondere.

Es ist schon vorn gelehrt worden, daß die Verwandtschaft, oder Affinität, der Naturkörper die alle chemischen Erscheinungen bedingende Naturkraft ist, daß alle Mischung und Zerlegung der Stoffe Folgen ihrer Wirkung sind. Alle Körper haben chemische Anziehung zu einander, und die Affinität gehört zu den der Materie zukommenden Kräften. Die Stärke der Verwandtschaft der Körper ist aber sehr verschieden, einige ziehen sich beträchtlich stark, andere dagegen nur schwach an, nicht selten scheint es sogar, als äußerten gewisse Stoffe auf einander gar keine chemische Anziehung, wenigstens ist sie unter den gewöhnlichen Umständen verschwindend.

Auf den durch die Wirksamkeit der Verwandtschaft bedingten chemischen Prozeß äußert unter andern die Wärme einen sehr großen Einfluß. Es ist längst ein Erfahrungssatz, daß jede chemische Mischung, oder Zersetzung, an eine bestimmte Temperatur gebunden ist, so daß, wenn dieser nöthige Temperaturgrad nicht erreicht ist, oder überschritten wird, der Prozeß entweder gar nicht eintritt, oder sehr unvollkommen verläuft, ja selbst das entgegengesetzte Resultat erhalten wird von demjenigen, welches bei einer bestimmten Temperatur erfolgt sein würde. Es ist aus der Physik bekannt, daß alle Körper Cohäsionskraft besitzen, vermöge welcher die gleichartigen Theilchen derselben sich anziehen, zusammenhalten, und ein gleichartiges Ganze bilden. So lange aber die mechanische Anziehung gleichartiger Theilchen beträchtlich stark ist, wie in den starren Körpern, so lange können sich die ungleichartigen Körpertheilchen nicht gegenseitig verbinden, sich chemisch nicht einigen. So bald als aber die Cohäsionskraft der gleichartigen Theilchen so weit vermindert ist, daß dieselben beweglich, verschiebbar geworden, so kann der chemische Prozeß der Aufeinanderwirkung stattfinden. Deshalb sagten auch schon die ältern Chemiker „nur flüssige Körper wirken chemisch auf einander ein.“ Nun bedingt die Wärme nicht allein eine Vergrößerung des Raums, den die Körper einnehmen, lockert nicht allein die Masse auf, und vermindert dadurch schon die Starrheit, sondern sie bedingt auch das Flüssigwerden, den Uebergang sowohl in den tropfbar- als elastisch flüssigen Zustand. Hieraus wird einleuchtend werden, weshalb, wenn chemische Mischungen oder Zerlegungen stattfinden sollen, eine bestimmte Temperatur der Körper, ein gewisser Grad der Auflockerung, der verminderten Cohäsion dazu erforderlich ist, ohne welchem durch die gegenseitige starke Anziehung gleichartiger Theile das Anziehen der ungleichartigen sehr gehindert ist, oder selbst unmöglich gemacht werden kann.

So erfolgt z. B. bei 0° keine Gährung, keine Fäulung, wohl aber über Null, so oxydirt sich der Schwefel, der Kohlenstoff, Wasserstoff nicht an der Luft bei der mittlern Lufttemperatur, wohl aber, wenn man dieselben gehörig erwärmt. So nimmt das Quecksilber bei der mittlern Temperatur keinen Sauerstoff auf, aber bei 360° C., bei seinem Siedepunkt, allmählig und verwandelt sich in rothes Quecksilberoxyd, welches aber bei der Dunkelrothglühhitze sich wieder in Quecksilber und Sauerstoffgas trennt. So zersetzt sich das Kochsalz (Chlornatrium) und das Bittersalz (schwefelsaure Magnesia) bei Temperaturen über 0° nicht, wohl aber unter 0° , wenn die Auflösung beider der Frostkälte ausgesetzt wird, es erzeugen sich schwefelsaures Natron und Chlormagnesium. — Beispiele anderer Art, daß die Wärme bedeutenden Einfluß auf chemische Prozesse ausübt, lassen sich noch dadurch nachweisen, daß, nach der größern oder geringern Flüchtigkeit der Stoffe, die doch in nichts andern, als einer verschieden starken Verwandtschaft zur Wärme besteht, die Resultate des chemischen Processes verschieden ausfallen. So zerlegt unter andern die Schwefelsäure auf nassem Wege alle boraxsauren Salze, und scheidet die Boraxsäure aus, während die Boraxsäure umgekehrt auf trockenem Wege die Schwefelsäure aus ihren Salzen austreibt, indem erstere nicht flüchtig, sondern feuerbeständig ist, letztere aber flüchtig, durch Aufnahme von Wärme in Dampf verwandelt wird und entweicht. (Unter trockenem und nassem Wege versteht man in der Chemie das Aufeinanderwirken theils durchs Erhitzen, theils mittelst Auflösungsmittel.) Außerdem, daß die Wärme einen ausgezeichnet großen Einfluß ausübt, bedingt auch die verschiedene Auflöslichkeit der Stoffe manche Modifikationen.

Verbinden sich ungleichartige Körper mit einander, so findet entweder eine Neutralisation statt, oder nicht, das heißt es werden entweder die gegenseitigen chemischen Eigenschaften mehr oder minder vollkommen ausgeglichen, oder es findet ein solches Aufheben, Ausgleichen nicht statt. So oft eine Neutralisation eintritt, sind zur Hervorbringung derselben constante Mengenverhältnisse der zu verbindenden Stoffe erforderlich. Wenn man z. B. zu verdünnter Schwefelsäure, welche sauer schmeckt, und das blaue Lackmuspapier roth färbt, eine zur Neutralisation hinlängliche Menge Ammoniak hinzusetzt, welches einen scharfen, beißenden Geschmack hat, und geröthetes Lackmuspapier wieder blau färbt, so wird eine Verbindung beider — schwefelsaures Ammoniak — erhalten, welches weder sauer, noch scharf, beißend schmeckt, sondern strechend, bitterlich-salzig, und weder die blauen Papierechen röthet, noch die gerötheten bläuet. So wie man zu viel Ammoniak hinzusetzt, so bläuet die Flüssigkeit die gerötheten Papiere,

ein Zeichen, dass dieselbe nicht neutral ist, sondern dass das Ammoniak vorwaltet, das heisst, dass ausser der neutralen Verbindung noch überschüssiges Ammoniak vorhanden: hätte man zu wenig Ammoniak hinzugesetzt, röthete die Flüssigkeit die blauen Papierehen, so ist zwar schon eine Portion neutrales Salz erzeugt, aber es sticht noch unvereinigte, nicht neutralisirte Säure vor. (Ueber den Gebrauch der Reagenzien siehe die Einleitung in die specielle Chemie.)

Es verbinden sich aber auch Körper ohne Spuren von Neutralisation zu zeigen, so z. B. wenn man Wasser mit Essig, Wein, Schwefelsäure mengt, wenn man Salz, Zucker, Weinsteinsäure in Wasser auflöst. Wenn man Auflösungen fester oder luftförmiger Körper in einer Flüssigkeit hervorbringt, so findet immer eine Sättigung, *Saturation*, statt, das heisst, es nimmt die letztere von erstern nur eine bestimmte Menge auf, die jedoch relativ ist und durch gewisse, näher anzugebende, Verhältnisse bedingt wird; mengt man jedoch zwei Flüssigkeiten mit einander, so findet man meist eine solche Sättigung nicht, sondern sie lassen sich in jedem beliebigen Verhältniss mit einander mengen, wie z. B. Alkohol und Wasser, Schwefelsäure und Wasser u. a. m.

Auf die Sättigung flüssiger Körper durch starre oder gasförmige haben folgende Verhältnisse Einfluss: 1) die Temperatur, 2) die eigenthümliche Beschaffenheit der Substanzen, die Grösse der Verwandtschaft derselben zur Flüssigkeit, 3, die Reinheit derselben. Je wärmer nämlich die Flüssigkeit ist, desto mehr löst sie in der Regel von starren Körpern auf, jedoch giebt es auch Fälle, wo die Auflöslichkeit der Materien sowohl bei 0° als auch bei 100° fast ganz gleich ist, wie z. B. beim Kochsalz, Gyps, und wo bei der Siedehitze selbst weniger sich auflöst, als bei der mittlern Temperatur der Luft, wie dies z. B. beim Kalk und der Magnesia der Fall ist. Bei gasförmigen Körpern ist es aber gerade umgekehrt, hier wird desto mehr vom Wasser verschluckt, je kälter das letztere ist, weil nur dann das Gas in den tropfbar flüssigen Zustand übergeht und mit dem Wasser sich verbindet, welches durchs Erwärmen des Wassers nothwendig verhindert und unmöglich gemacht werden muss.

Je grösser die Verwandtschaft der starren Körper zum Wasser ist, desto weniger des letztern reicht hin, um sie völlig aufzulösen, daher auch die hygroskopischen Materien, welche den Wasserdampf der Luft anziehen, binden, und dadurch zerfliessen, sich am leichtesten, d. h. in der geringsten Menge Wasser, auflösen, wie z. B. salzsaurer Kalk, salzsa. Magnesia, salpetersaurer Kalk, salpeters. Magnesia, Kali u. a. m. — Die Gase, welche schon durch blossen Druck, durch Verdichtung tropfbar werden, haben auch das grösste Bestreben sich mit Wasser zu ver-

Essigsaures Bleioxyd und Schwefelsäure giebt schwefelsaures Bleioxyd und Essigsäure.

Treten 4 Stoffe in Wechselwirkung, von denen je 2 und 2 bereits mit einander verbunden sind, $a + b$ und $c + d$, und verbinden sie sich nicht unmittelbar zu einem Ganzen, sondern so, daß sich a mit c und b mit d vereint, so entstehen zwei Produkte, kein Edukt; diesen Vorgang nennt man den Prozeß der doppelten Wahlverwandtschaft. Beispiele. Schüttet man zu einer Auflösung von salzsauren Baryt schwefelsaures Natron, so bilden sich schwefelsaurer Baryt und salzsaures Natron; aus essigsaurem Bleioxyd und kohlensaurem Natron entstehen kohlensaures Bleioxyd und essigsaures Natron.

[Merkwürdig ist, daß, wenn sich zwei neutrale Salze zerlegen, meistens auch wieder zwei neutrale Salze gebildet werden, aber nicht stets; Ausnahmen machen: kohlensaures Zink-, Kupferoxyd, Magnesia, welche, aus zwei neutralen Salzen erzeugt, z. B. aus schwefelsaurer Magnesia, Kupfer- und Zinkoxyd und kohlensaurem Kali oder Natron, dennoch basisch sind. — Der Erfolg der doppelten Wahlverwandtschaft ist nicht selten unter ähnlichen Umständen bei denselben Stoffen ein anderer, als der der einfachen. Wenn man z. B. schwefelsauren Baryt mittelst Kali zerlegen wollte, so würde dies nicht erfolgen, weil die Verwandtschaft des Baryts zur Schwefelsäure größer als die des Kalis zur Schwefelsäure. Wenn man aber schwefelsauren Baryt mit kohlensaurem Kali schmilzt, oder kocht, so ist die Verwandtschaft der Schwefelsäure gegen das Kali + der Verwandtschaft des Baryts zur Kohlensäure größer als die Verwandtschaft des Kalis gegen die Kohlensäure + der Verwandtschaft des Baryts zur Schwefelsäure, also erfolgt die Zersetzung, die durch reines Kali nicht erfolgt.]

Die prädisponirende, vermittelnde, bedingende Verwandtschaft findet dann statt, wenn ein Körper einen aus 2 Bestandtheilen bestehenden nur unter Vermittlung eines vierten zerlegt, der sich mit dem Produkt der Zersetzung verbindet, während ein Edukt frei wird. Es sei z. B. $a + b$ ein zu zerlegender Stoff, c kann sich mit a verbinden und b entbinden, aber nur dann, wenn c , welches zur Verbindung von $a + c$ Verwandtschaft hat und sich mit derselben verbinden möchte, mit einwirkt. c vermittelt also die Verbindung von $a + c$, es bestimmt c die Verbindung von $a + b$ zu zersetzen. Beispiel. Zink zerlegt das Wasser, welches aus Sauer- und Wasserstoff besteht nur dann, wenn eine Säure zugesetzt wird, welche sich mit dem dann sich bildenden Zinkoxyd (Zink + Sauerstoff) vereinigt. Weil nun die Säure vorhanden, und dieselbe zum Zinkoxyd Verwandtschaft hat, so zerlegt Zink das Wasser, Wasserstoffgas wird frei und Zinkoxyd bildet sich, wel-

Es sich mit der Säure zu einem Salz verbindet. (Methode Wasserstoffgas zu entwickeln).

Phosphor zerlegt die Kohlensäure nur dann, wenn eine Base (Natron, Kali) vorhanden ist, denn da die sich bilden sollende Phosphorsäure eine größere Verwandtschaft zur Base hat, als die mit derselben verbundene Kohlensäure, so wird, da eine Base vorhanden ist, der Phosphor sich des Sauerstoffs der Kohlensäure bemächtigen und den Kohlenstoff abscheiden. (Methode reinen Kohlenstoff zu gewinnen). Eben so wirken Bor, Silicium auf die Kohlensäure unter gleichen Umständen einsetzend ein.]

Es bleibt nun noch übrig, die in Folge stattgehabter Bildungen neuer Verbindungen und Abscheidungen, verbunden gewesener Stoffe tretenden, dieselben begleitenden Veränderungen, die sich durch unsere Sinne wahrnehmen lassen, kennen zu lernen.

Wenn sich zwei ungleichartige Körper mit einander verbinden, zeigt es nicht selten Feuer, d. h. es wird Licht und Wärme entbunden; diese Erscheinung tritt um so stärker hervor, je bedeutender die gegenseitige Verwandtschaft der sich verbindenden Körper ist, je mehr die Umstände solcher Verbindung günstig sind. Die Erklärung der Feuererscheinung ist von jeher den Chemikern eine Aufgabe von Wichtigkeit gewesen, weshalb auch vielfältige Hypothesen aufgestellt worden sind,

man nahm in allen brennbaren Körpern einen eignen Brennstoff an, Phlogiston, welcher beim Verbrennen entweichen und als Feuer aufgetreten sollte, während der Körper in einem ganz veränderten Zustand zurückbliebe, Lavoisier zeigte aber, daß gerade umgekehrt die Feuererscheinung eintrete, indem sich ein brennbarer Körper mit dem Sauerstoff der Luft vereinige, daß also im Moment der Verbindung beider Feuer ausbricht, daß der dadurch erzeugte Stoff aus beiden bestehe. Aber woher das Feuer, Licht und Wärme? Er glaubte, daß, wenn sich z. B. Wasser- und Sauerstoff mit einander zu Wasser verbinden, wobei eine unglaubliche Hitze erzeugt, während eine wenig leuchtende Flamme gesehen wird, diese Wärmeentwicklung sich aus der verminderten Wärmecapazität des Produkts der Verbindung, also des Wasserdampfs, im Vergleich mit den Wärmecapacitäten der beiden Bestandtheile des Wassers erklären lasse. Eine gleiche Erklärung glaubte er fürs Verbrennen des Kohlenstoffs aufstellen zu dürfen, er meinte, das Produkt der Verbindung desselben mit dem Sauerstoff, die Kohlensäure, habe eine geringere Wärmecapazität als die beiden Faktoren derselben.

So lange nun nicht durch direkte Untersuchungen über die relativen Wärmecapacitäten der Naturkörper das Gegentheil erwiesen war, konnte Lavoisier's Hypothese angenommen werden. Als aber die französischen Physiker De LaRoche und Bérard durch genaue Versuche

bewiesen, daß die Wärmecapacität des Wasserdampfs größer sei, als die der Bestandtheile, so konnte man nicht mehr obigen Erklärungsgrund gelten lassen. Sie haben nämlich dargethan, daß, wenn die Wärmecapacität der atmosphärischen Luft 1,000 ist, die eines gleichen Volums Wasserdampfs 1,960, eines gleichen Volums Sauerstoffgases 0,9765, und des Wasserstoffgases 0,9033 ist; nun besteht das Wasser aus 1 Volum Sauerstoffgas, dessen Wärmecapacität = 0,9765 und aus 2 Volum Wasserstoffgas, deren Wärmecapacität = 1,8066, Summa beider Wärmecapacitäten 2,7831. Da aber bei gleicher Temperatur das Volum des entstandnen Wasserdampfs gleich dem des Wasserstoffgases ist, so wäre demnach die Wärme des Wasserdampfes $= \frac{2,7831}{2}$

$= 1,39155$. Nun ist aber nach den angestellten Versuchen die Wärmecapacität des Wasserdampfs 1,960, also müßte derselbe, wenn er aus den Bestandtheilen erzeugt wird, noch von außerhalb Wärme aufnehmen und hinden, wogegen aber gerade erweislich ist, daß im Moment der gegenseitigen Vereinigung beider Substanzen die größte Hitze hervorgebracht wird, die hervorzubringen ist, durch welche selbst Platin geschmolzen werden kann.

Man suchte nun einen genügenden Erklärungsgrund für die Feuererscheinung, der auch zugleich die Entbindung von Licht mehr berücksichtigte; man kam auf die Erklärung aus elektrischen Principien, welche *Berzelius* in neuerer Zeit aufgestellt hat.]

Weil bei der Vereinigung ungleichartiger Elektricitäten Licht- und Wärmeentwicklung stattfinden, Feuer gesehen wird, wie theils beim Entladen elektrischer Batterien, theils und besonders bei den Glühungserscheinungen, welche die *Volta'sche* Elektricität bedingt, in schönster Pracht geschieht, so glaubte man die bei chemischen Verbindungen ungleichartiger Körper oft statthabende Feuererscheinung aus der Ausgleichung des entgegengesetzt elektrischen Zustandes der sich einigenden Körper erklären zu können, zumal da *Becquerel* und andere bewiesen haben, daß bei chemischen Verbindungen elektrische Strömungen nachweisbar sind. Man legt den heterogenen Körpern, die sich mit einander verbinden, eine elektrische Anziehung vermöge ungleichartiger elektrischer Zustände bei, welche sich auch schon durch die Zersetzungen zu erkennen geben, die die *Volta'sche* Säule in zusammengesetzten Stoffen bedingt, indem ein Bestandtheil nach dem + Pol, und der andere nach dem — Pol hingezogen wird. Gleich wie aber durch die Verwandtschaft ungleichartige Bestandtheile aus zusammengesetzten Körpern geschieden, und auch wieder mit einander vereinigt werden, so werden auch durch elektrische Funken heterogene Stoffe zu homogenen Ganzen verbunden, wie z. B. Sauer- und Wasserstoffgas zu Wasser, Chlor-

Sauerstoffgas zu salzsaurem Gas. Man glaubte deshalb wohl annehmen dürfen, daß alle chemische Anziehung elektrischer Natur sei, die elektrische Unipolarität hervorgebracht, d. h. dadurch, daß Stoffe sich immer vorzugsweise $+$ elektrisch, andere $-$ elektr.

Man glaubt auch die Feuererscheinung beim Glühen Chromoxydul, Zirkonerde erklären zu können, man hält sie für elektrischer Natur, denn eine nachweisbare chemische Veränderung erfolgt, sie haben aber ihre Verwandtschaft zu Säuren, ihre elektr. Polarität, welches auch ohne jene Feuererscheinung eintreten kann, als beim Eisenoxyd, Thonerde. — Dem eigentlichen Erklärungsprincip ist jedoch die Sache noch keineswegs genügend erklärt, denn erstlich ist noch nicht genügend bewiesen, daß die Feuererscheinung bei den Zersetzungen von Chlor-Jodstick-Chloroxydgas, Wasserstoffüberoxyd, zweitens wie es zugeht, die heterogenen Körper, nachdem ihre entgegengesetzten Elektricitäten neutralisirt haben, noch so innig verbunden bleiben, indem die Ursachen ihrer Anziehung nicht mehr wirken, u. a. m. — Der Hypothese, daß allen Naturkörpern eine elektrische Polarität komme, und daß sich dieselbe bei den chemischen Erscheinungen beweise, hat *Berzelius* die chemisch einfachen Stoffe in eine Folge gebracht, wie *Volta* die Elektromotoren ordnete. Es lassen sich nämlich elektropositive und elektronegative Elemente unterscheiden, die dieselben auch durch gegenseitige Vereinigung wieder theils $+$ elektr. theils $-$ elektr. Verbindungen erzeugen.

Die folgende ungefähre Reihe ist folgende:

$-$ elektrisch	Tantal
Sauerstoff	Titan
Schwefel	Silicium
Stickstoff	Osmium
Chlor	Wasserstoff
Brom	—
Jod	Gold
Fluor	Iridium
Phosphor	Rhodium
Selen	Platin
Arsenik	Palladium
Chrom	Quecksilber
Molybdän	Silber
Wolfram	Kupfer
Bor	Uran
Kohlenstoff	Wismuth
Spießglanz	Zinn
Tellur	Blei

Cer	Beryllium
Kobalt	Magnesium
Nickel	Calcium
Eisen	Strontium
Kadmium	Baryum
Zink	Lithium
Mangan	Natrium
Zirkonium	Kalium
Aluminium	+ elektrisch.
Yttrium	

Aus dieser Tabelle geht hervor; gleich wie aus der Reihenfolge der Elektromotore, daß Sauerstoff und Kalium, die beiden Endglieder obiger Tabelle, sich am stärksten anziehen, näher einander stehende dagegen sich weniger kräftig anziehen. So verhält sich zu allen Elementen der Sauerstoff — el., das Kalium + el.; der Sauerstoff, Schwefel, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Phosphor, Selen zu allen Metallen, zum Kohlen- und Wasserstoff — el., letztere zu erstern + el.; Arsenik, Spießglanz, Tellur zu allen Metallen vom Gold an — el., letztere zu erstern + el. So verhalten sich die Verbindungen der am untern Ende stehenden Metalle mit Sauerstoff, Schwefel, Chlor, Jod, Brom, Fluor, + el. zu den Verbindungen der — el. Metalle mit obigen nicht metallischen Stoffen, z. B. Schwefelkalium +, Schwefelarsenik —; Natriumoxyd +, Schwefelsäure —; Chlorbaryum +, Chlorquecksilber — u. a. m. So bilden die am negativen Ende stehenden Elemente — el. Säuren, die am positiven Ende stehenden dagegen + el. Basen.

Sehr vieles spricht für diese geniale Betrachtung chemischer Verbindungen, sie ist in vielen Fällen mit günstigem Erfolg anwendbar, wenn gleich aber auch noch mehreres nicht genügend aus dieser Hypothese erklärt werden kann.

Berzelius, Entwicklung der elektrochemischen Theorie, so wie sie aus den bisher gesammelten Erfahrungen zu folgen scheint, in dessen Lehrbuch der Chemie Bd. III. S. 49.

In der neuesten Zeit hat *Prechtl**) die elektrische Erklärungsweise der Feuererscheinung beim Verbrennen als wenigstens nicht nothwendig darzuthun gesucht, indem aus den absoluten Wärmemengen des Sauerstoffs und des Wasserdampfs folge, daß beim Verbrennen des Wasserstoffgases eine sehr große Hitze frei werden müsse. Wird nämlich atmosphärische Luft schnell auf $\frac{1}{5}$ ihres Raums zusammengedrückt, so wird eine Temperatur von 290° frei, während Wasserdampf bei 1700facher Zusammendrückung eine Wärme von 540° entwickelt. Er verhält sich aber Sauerstoffgas, rücksichtlich seiner Wärmemenge, zum mindesten gleich der atmosphärischen Luft. Die absoluten Wärmemengen beider Körper müssen sich aber direkt proportional den Tem

*) J. d. K. K. p. I. Bd. 14. S. 144.

den gleich starken Zusammendrücken verhalten. Es sind Temperaturerhöhungen $= \frac{290}{5} : \frac{540}{1700} = 180 : 1$. Die beim des Wasserstoffgases im Sauerstoffgase durch Verdichtung zwischen Verbindung entwickelte Wärme wird also nur zu neugten Wasserdampf verschluckt. — Nach *Prechtl* ent- 1 Kubikzoll Wasserdampf gleiche Wärmemengen als 473 kohlensaures Gas; es werden beim Verbrennen von 2 Raum- 2 Sauerstoff- und 1 Raumtheil Sauerstoffgas 2 Raumtheile Was- bildet, also entsprechen $\frac{473 \times 2}{288,5} = 3,28$ Kubikzoll kohlen- 1 Kubikzoll Wasserdampf für gleiche Wärmemengen. Da nun 1 Raumtheil Sauerstoffgas 1 Raumtheil kohlensaures Gas wird, so 3,28 Kubikzoll kohlensaures Gas gleichfalls nur $\frac{1}{160}$ der 1 Raumtheil Sauerstoffgas entbundenen Wärme; die in 1 Raumtheil 1 Gases sich befindende gebundene Wärme beträgt also nur $= \frac{1}{800}$ derjenigen, welche bei der Verdichtung des Sauer- 1 Verbrennen des Kohlenstoffs frei wird.

Es wäre denn die ältere *Lavoisiersche* Theorie, nur mit Um- 1 Wortes Wärmecapacität in absolute Wärmemenge, wie- führt.]

1 ungleichartige Körper auf nassem Wege mit einander 1 und ohne Abscheidung eines Edukts, also sowohl durch 1 Verwandtschaft, als auch durch einfache, doppelte und 1 Wahlverwandtschaft, so zeigt sich entweder a) gar keine 1 merkbare Veränderung, oder b) es scheidet sich ein Stoff 1 gasförmig, flüssig oder luftförmigem Zustand aus.

1 Wenn das Produkt oder Edukt in der vorhandenen Flüssig- 1 keit bleiben kann, so wird keine Ausscheidung eintreten. Wenn 1 schwefelsaures Natron in 12 Theilen Wasser auflöst und eine 1 Kalialösung zusetzt, so bildet sich schwefelsaures Kali und 1 das Edukt frei, beide, sowohl das schwefelsaure Kali, als 1 beide sind in der vorhandenen Wassermenge löslich, daher 1 keine Abscheidung statt. Hätte man aber das schwefels. Natron in 1 Wasser gelöst, die Kalialösung concentrirt angewendet, so 1 schwefelsaures Kali, da dieses 15 Theile Wasser von der 1 Temperatur der Luft zur Auflösung bedarf, zum großen Theil 1 würde sich aber sogleich wieder auflösen, wenn Wasser 1 hinzugefügt wird.

1 Wenn das Produkt, oder Edukt, oder beide zugleich, starre 1 Körper sind, und das Wasser entweder ganz unlöslich, oder doch (sehr) schwer

löslich, so muß nothwendig ein Ausscheiden in Form eines Pulvers, Flocken etc. statt finden. Je nachdem nun das specifische Gewicht des starren Körpers größer, oder gleich, oder kleiner ist als das der Flüssigkeit, so scheidet sich der unlösliche Körper entweder am Boden des Gefäßes ab, oder bleibt schweben (in Suspension), oder steigt auf die Oberfläche der Flüssigkeit und schwimmt.

α) Ist er specifisch dichter als die Flüssigkeit, so sinkt er mit dem Ueberschuß seines Gewichts gegen das der Flüssigkeit nieder, und desto schneller, je größer diese Differenz ist. Diese Erscheinung nennt man eine Fällung, Niederschlagung, Präcipitation, und der sich absetzende Stoff heißt ein Niederschlag, Präcipitat. Aus der Physik ist bekannt, daß ein starrer Körper, der sehr fein zertheilt ist, sich selbst wenn er bedeutend schwerer als eine Flüssigkeit ist, nur sehr langsam in derselben niedersenkt, weil die Massentheile so sehr klein sind, und deshalb ihr Moment zu gering ist. Daher kommt es denn auch, daß bei dem Niederschlagen verschiedner Stoffe es oft so sehr lange dauert, ehe sie sich vollständig absetzen, wie z. B. beim kohlensauren Kalk, Titansäure. Hier hilft man sich theils durchs Erhitzen der Flüssigkeit, wodurch sie leichter wird, also die schwebenden Theilchen dadurch relativ schwerer, oder man verdünnt dieselbe, wenn sie sollte zu dicht sein, z. B. salzige Auflösungen mit Wasser.

β) Bleibt ein ausgeschiedner Körper schweben, so kann man ihn nicht durchs Filtriren von der Flüssigkeit abscheiden, denn die letztere geht trüb durch die dichtesten Filtra, hier muß man das unter α angegebne Verfahren auch anwenden.

γ) Ist der unlösliche Körper leichter als die Flüssigkeit, so schwimmt er, z. B. wenn man gewöhnliche Seife in warmen Wasser auflöst und mit Salzsäure zersetzt, so bildet sich aus dem Natron derselben und der Säure, Wasser und Chlornatrium, welches aufgelöst bleibt, und Talg-, Margarín- und Oelsäure werden frei, welche, unlöslich in Wasser, leichter als dieses sind, also auf demselben schwimmen.

Nicht selten ist ein Edukt flüssiger Natur, dann treten dieselben Fälle ein, die eben erörtert wurden, es verbindet sich meistens der ausgeschiedne flüssige Körper mit der Flüssigkeit der Auflösung. Beispiel: wenn essigsaures Bleioxyd durch Schwefelsäure zerlegt wird, so verbindet sich die ausgetriebne Essigsäure mit dem Wasser der Auflösung.

Ist das Produkt, oder Edukt, ein Gas, so entweicht es entweder allmählig, oder plötzlich; im ersten Fall geschieht es unter Brausen, Zischen, Effervescenz, wie wenn kohlensaures Gas aus kohlensauren Salzen durch Schwefelsäure ausgetrieben wird; im letztern mit einem Knall.

Knall, Detonation, z. B. wenn sich Chlorstickstoff, Chloroxydgas, Jodstickstoff u. a. m. zersetzen. Wenn nämlich die gasförmigen Edukte oder Produkte sich augenblicklich erzeugen, oder trennen, so nehmen sie oft einen viele Hundert mal größern Raum ein, als sie in ihrer frühern Verbindung im tropfbaren oder starren Zustand hatten, drängen daher die Luft von der Stelle und bedingen dadurch den Knall.

Die bisher erörterten Erscheinungen finden bei chemischen Prozessen auf nassem Wege statt; die bei Mischungs- und Zersetzungsprozessen auf trockenem Wege sich zeigenden sind meistens jenen sehr ähnlich. Auch hier lagern sich die erzeugten neuen Gebilde und die ausgeschiednen Stoffe schichtenweis nach ihrer relativen Dichtigkeit übereinander ab, was man z. B. bei den Schlacken und dem geschmolzenen Metall, den verschiedenen Schwefelmetallen in den bei hüttenmännischen Prozessen fallenden Steinen deutlich nachweisen kann, so auch bei der Scheidung des guldischen Silbers durch den Guss, (mittelt Schwefelspießglanz) wobei eine Verbindung von Gold mit Spießglanz unten im Tiegel und darüber das geschwefelte Silber sich befindet. Detonationen auf trockenem Wege sind gerade die allerhäufigsten, welche vorkommen.

3. Von dem chemischen Apparat und Operationen.

Es wird in voraus bemerkt, daß nur von denjenigen chemischen Apparaten die Rede sein wird, welche zu den gewöhnlichsten, am meisten gebrauchten, ja unentbehrlichen gehören, nicht von seltenen, oder veralteten, die nur noch geschichtlichen Werth haben, hier aber gänzlich übergangen werden müssen; die mehrsten derselben sind auf Tafel I. und II. abgebildet.

I. Apparate zur Zerkleinerung der Naturkörper.

1) Mörser von Gußeisen mit gußeiserner Keule; von Messing, von Stahl, letztere um harte Körper zu zerdrücken, und fein zu reiben.

2) Reibschalen mit Pistill aus Serpentin (werden in Zöblitz bei Marienberg, im sächsischen Erzgebirge, gefertigt), sind für viele Mineralien zu weich; aus Glas, Porzellan und zwar mit und ohne Tüllen, aus Feuerstein und Achat, (letztere werden zu Oberstein am Rhein, im Großherzogthum Hessen, geschliffen).

3) Präparirsteine, *Porphyres*, Platten von Porphyr mit Lössen, *molette*, aus Eisenkiesel, zum Feinreiben von Pulvern.

4) Schneidmesser, einarmige Hebel, nach Art der Futterklingen, zum Zerschneiden von Rinden, Wurzeln; Wiegemesser, Stam-

pfen; Hölzer werden auf eignen Schneidemühlen geschnitten, gespähelt.

5) Um Metalle zu zerkleinern, dient Hammer und Ambos, oder ein Walzwerk, um dünnes Blech zu gewinnen, welches zerschnitten wird; oder man wendet Dreispähne, Feilspähne an, von deren Reinheit man überzeugt sein muß.

6) Man gebraucht verschiedene Arten Siebe, um die gröbern von den feinem Theilen zu scheiden; sie sind von gröbern, und feinem Gewebe, Draht-, (Eisen-, Messing-), Haar-, Seidensiebe, die Maschen grösser und kleiner. Häufig setzt man Siebdeckel auf, wenn man das Verstopfen verhüten will.

7) Feilen verschiedner Form, dreikantige, runde, breite. Man richtet die Pfropfen für die Gasentbindungsröhre mittelst runder Feilen (Rattenschwänze) ein, indem man mittelst eines glühenden spitzen Eisendrahts ein Loch durchbrennt, und mit erstern erweitert; mit einer scharfen dreikantigen oder flachen Feile macht man einen Einschnitt in Glasröhren, Stübe, Kolben etc. um sie abbrechen zu können.

8) Sprengseisen, eiserne Ringe verschiedner Weite an Stielen; man macht sie glühend, und umfährt mit ihnen die Stellen einer Retorte, eines Kolben, den man absprengen will. Das Glas wird nämlich an diesen Stellen sehr heiss, und springt ab, so wie es schnell abkühlt. Auch bedient man sich zu solchem Zweck der Sprengkohle, eines aus Räucherkerzenmasse gefertigten kleinen Stängelchens, mit welchem man glühend die Stellen des Glasgefäßes überfährt, welche getrennt werden sollen.

II. Apparate zur mechanischen Absonderung starrer Körper aus Flüssigkeiten.

1) Kreutzhölzer, Tenakel, *châssis en bois*, und Seihetücher, *filtre en toile*. Erstere sind aus 4 über Kreuz in einander gefügten hölzernen Leisten gefertigt; zur Befestigung der Seihetücher sind 4 Nägel an den Verbindungsstellen so durchgeschlagen, daß an den hervorstehenden Stützen die leinenen oder wollenen Tücher angespannt werden können. Man legt diese Vorrichtung auf Schüsseln von Steinzeug, Porzellan etc., um in denselben das Hindurchlaufende auffangen zu können. Man bedient sich solcher Vorrichtungen, um Abkochungen, Aufgüsse von Pflanzen- oder Thierstoffen durchzuseihen, coliren, wobei die gröbern Theile auf dem Seihetuch zurückbleiben, die Flüssigkeit aber mit den feinem beigemengten Theilen durchläuft. Belegt man das Seihetuch mit Filtrirpapier, so dient die Vorrichtung dann um größere Massen

zu filtriren. Die Seihetücher sind aus gröberer, gebleichter Leinwand, auch von Flanell. — Spitzbeutel, Beutel aus Leinwand von konischer Gestalt, werden an Tenakel befestigt, und in einem Gestell mit 3 Füßen aufgehangen.

2) Filtra, Trichter, Filtrirgestelle. Soll eine Flüssigkeit von einem Niederschlag oder von ihr beigemengten fremdartigen Theilchen getrennt werden, welches nicht allein durch vorsichtiges Abgießen, Dekantiren, geschehen kann und soll, so geschieht es durchs Filtriren. Hiezu hat man Glastrichter, *entonnoir, funnel*, von der auf Tafel I. Fig. 35 abgebildeten Form; sie werden in das Loch eines Trägers gesteckt, welcher durchs Herauf- und Herabstellen eines schiebbaren Arms an einem lothrechten Stabe in die nöthige Lage versetzt werden kann. Statt des abgebildeten Filtrirgestells kann man auch den Ringapparat eines Lampenofen gebrauchen. In den Trichter bringt man ein aus ungeleimten Druckpapier gefertigtes und nach der Größe des Trichters geschnittenes Filtrum, welches aber vom Rande des letztern stets einige Linien absteht, also kleiner sein muß, als der Trichter. Will man das Filtriren beginnen, so muss erst das Filtrum mit Wasser benetzt werden, damit es überall gleich feucht werde, und an die Trichterwand sich anlege, sonst zerreisst es leicht beim Filtriren. Man stellt Bechergläser, oder andere Gläser unter, jedoch so, daß die Röhre des Trichters die Wand des Glases berühre, damit die Flüssigkeit längst demselben herabrinne und nicht spritze. Bechergläser sind sehr bequem, weil wegen des gebogenen Randes Flüssigkeiten sich gut ausgießen lassen; man nennt sie auch Filtringläser. Will man ausgießen und nichts verlieren, so bestreicht man den Rand an einer Stelle mit ein wenig Talg, und gießt so, daß an einem herangehaltenen Glasstab die Flüssigkeit herablaufen kann.

Ist alles durchfiltrirt, so wäscht man den gewonnenen Niederschlag mit Wasser aus, dies geschieht mittelst einer Spritzflasche, zu welchem Zweck man jede Glasflasche zureichten kann; man steckt in den Kork luftdicht ein Glasröhrchen, welches in eine Capillarröhre ausgezogen, bläst Luft durch die feine Mündung in die mit Wasser zu $\frac{2}{3}$ gefüllte Flasche, und hält dann dieselbe umgekehrt, so drückt die verdichtete Luft das Wasser in einem Strahl heraus, welcher den auf dem Filtrum ausgebreiteten Niederschlag vollständig aussüßt, edulcorirt. Man fährt so lange fort, bis das Absüßwasser nichts Fremdartiges mehr enthält, was man durch den Geschmack und durchs Abdampfen prüft.

Für größere zu filtrirende Quantitäten hat man Trichter aus Porzellan, Gesundheitsgeschirr, welche konisch geformt, mit vielen Löchern in der untern spitzen Hälfte versehen sind; man setzt sie auf Glaszylind-

der, mit und ohne Filtrirbrettchen; letztere sind viereckig, mit runden konischen Oeffnungen versehen, durch welche man den Trichter steckt.

3) Um bei größern Massen, welche durch Präcipitation erhalten werden, das sehr beschwerliche Abfiltriren zu ersparen, dienen die Präcipitirtöpfe, Dekantirgeschirre, hohe Töpfe, aus Steinzeug, Sanitätsgut, mit mehreren in der Gefäßwandung angebrachten Oeffnungen, die mit Korken versehen werden. Hat sich in solchen Geschirren das Präcipitat abgelagert, so öffnet man die über der Fläche desselben zunächst liegende Oeffnung, und läßt die Flüssigkeit ablaufen, welches einigemal wiederholt werden kann, indem man immer weiter herunter die Pfropfen auszieht. Man spült dann mit Wasser den Niederschlag ab, rührt ihn auf, und läßt ihn wieder von Neuem sich absetzen, und so weiter.

4) Scheidetrichter, *entonnoir séparateur, separatory funnel*, dienen um eine leichtere Flüssigkeit von schwerern zu scheiden, z. B. ätherische Oele von Wasser; es sind trichterartige Gefäße, oben mit einem Pfropfen zu verschließen, unten mit einem quer durchgehenden, nach Art eines Hahnes durchbohrten, Glaspfropfen versehen. Man bringt beide Flüssigkeiten von oben in den unten verschlossenen Trichter, läßt dann durch die untere Oeffnung die schwerere Flüssigkeit ablaufen, bis die leichtere allein übrig ist. Man kann auch auf eine leichtere Art diesen Zweck erreichen, nämlich durchs Aufsaugen mit einem Saugröhrchen, *pipette*, oder einen sehr fein ausgezogenen Trichter aus starkem Glas, oben mit Caoutchouc (Gummi elasticum) überbunden, welcher man mit dem Finger in den Trichter hineindrückt, und nun die Spitze auf die Oelpartien richtet, die auf dem Wasser schwimmen. Man läßt langsam mit dem Druck nach, wodurch sich natürlich die Luft im Trichter ausdehnt, folglich der Luftdruck das Oel in diesen hinein hebt.

5) Gläserne Heber, *siphon*, Stechheber, deren Zweck und Construction aus der Physik bekannt ist. Man bedient sich der letztern, so wie auch des Saugröhrchens, *pipette*, siehe Fig. 22 Tafel I., zum Schlämmen, *Elutriation*, um die im Wasser schwebenden leichten Theilchen von den sich schnell absetzenden schwerern zu trennen, indem man das trübe Wasser abhebt. Zum Schlämmen größerer Mengen bedient man sich der oben unter 3) beschriebnen Präcipitirtöpfe mit verschiedenen Oeffnungen. — Im sehr großen Umfang findet die Schlämmarbeit auf den Pochwerken statt, um die zu verschmelzenden Erze vorzubereiten. (Siehe die Einleitung zu den Metallen.) Schliech nennt man das geschlemmte Erz, daher auch der Ausdruck: zu Schliech ziehen, Gruben-, Schlammuschliech.

6) Zum Auspressen theils von saftigen Pflanzenstoffen, theils von durch Abkochung oder Aufguss ausgezogenen Materien, von Niederschlägen gebraucht man Schraubenpressen, mit Presskästen theils von Holz, theils aus Zinn gefertigt. — *Réal's* hydrostatische Presse, (von dieser lehrt die Physik).

III. Apparate zum Flüssigmachen sowohl auf trockenem, als nassem Wege.

1) Schmelztiegel, *creusets*, *melting pots*, *crucibles*. Man bedient sich verschiedner Arten Schmelztiegel, irdner, aus Porzellan, aus Guss Eisen, Platin, Silber. Irdne Tiegel werden zu Groß-Almeroda im Kurfürstenthum Hessen, hessische Tiegel, in vorzüglicher Beschaffenheit gefertigt, sowohl runde mit Aufguss, als auch dreikantige. (Das nähere über dieselben siehe unter Schmelztiegelfabrikation im Kapitel „Irdenwaaren“). Sie vertragen ziemlich hohe Hitze ehe sie weich werden und schmelzen, dies geschieht aber noch ehe Stabeisen schmilzt; sie halten Temperaturwechsel nicht so gut aus, als Reifbleitiegel, Graphittiegel. Diese heißen gewöhnlich Ipszer Tiegel, sie kommen aber von Obernzell (Haffnerzell) bei Passau, und werden aus einem mit Reifbleipulver versetzten feuerfesten Thon gefertigt; man hat sie dreikantig, die größten sind rund; sie werden nach ihrer Capacität für geschmolzenes Metall nach Marken ($\frac{1}{2}$ U) benannt, als z. B. 10mäcker, 50mäcker, und darnach bezahlt. Sie halten Temperaturwechsel vorzüglich gut aus, können für Schmelzungen von Metall öfter gebraucht werden, ohne zu beraten; in Münzwerkstätten bedient man sich ihrer vorzugsweise. Porzellantiegel, Biscuit (unglasirt), sind nicht sehr haltbar, sie zerspringen sehr leicht, und werden nur in einzelnen Fällen im Kleinen angewendet; die kleinen glasirten Tiegelchen mit Deckeln sind haltbarer als erstere, und dienen statt kleiner Platintiegel zu Glühungen auf der Lampe, ersetzen letztere aber nie vollständig.

Platintiegel dienen theils zu Glühungen im Kleinen über der Glühlampe, theils im größern Maßstabe im Ofen. Zu ersterm Zweck müssen sie aus dünnem Blech getrieben, und mit einem Deckel mit hergreifendem Rand versehen sein, siehe Tafel I. Fig. 31; zu letzterm müssen sie stärker im Metall sein, dürfen nie dem Feuer unmittelbar ausgesetzt werden, weil sich sonst leicht Schlacken an dieselben festsetzen könnten; man stellt sie deshalb in irdne Tiegel, und bringt sie zwischen die Kohlen. So richtig es auch ist, daß Platin in keinem Ofenfeuer schmilzt, so sind dennoch Platintiegel leicht zum Schmelzen zu bringen, wenn Substanzen in ihnen erhitzt werden, welche

sich mit Platin legiren, verbinden, wodurch stets leichter schmelzbare Produkte entstehen, z. B. Phosphor, Schwefel, mehrere Metalle. Hat ein Tiegel ein Loch, so muß er als altes Platin aufgelöst werden, denn eine Löthung mit feinem Gold nutzt nicht, da Gold schon bei 32° Wedgwood schmilzt. Silbertiegel sind bei Schmelzungen nothwendig, wo mit Kali, Baryt, Lithion gearbeitet wird, welche sämtlich Platin angreifen; freilich ist ihre leichte Schmelzbarkeit ein Hinderniß vielseitiger Anwendbarkeit. Tiegel von Gusseisen braucht man unter andern zur Bereitung von Schwefeleisen, da Roheisen vom Schwefel nicht angegriffen wird. Die sogenannten Kohlentiegel sind Reissbleitiegel, welche mit guter Kohle angefüllt (*brasqué*) sind, die genau in dieselben hineinpafst, und im Innern eine Höhlung zur Aufnahme der zu reducirenden Substanz hat. Sind es leicht schmelzende Körper, wie Schwefel, Blei, Zinn etc., so bedient man sich zur Schmelzung auch der eisernen Schmelzkellen, Schmelzlöffel, mit langem Stiel. — Zum Ausgießen der Metalle, um sie in bestimmte Form zu bringen, bedient man sich theils der Stängelchenform, *moulet*, theils des Giefsbuckels, theils der Zainform, *lingotière*; durch erstere erhält man Stängelchen, durch die zweite konische Stücke, durch die dritte Zaine, Barren. (Es gehören hieher auch Kapellen, Rüstscherben, Probirtuten, von welchen weiter unten beim Probieren die Rede sein wird.)

2) Geräte zum Auflösen auf nassem Wege sind mannichfaltig: braucht man keine Wärme zum Auflösen, so nimmt man es in Glaszylindern vor, oder in Reibschalen von Serpentin, Porzellan, unter stetem Umrühren mit dem Pistill, oder einem Glasstab, Porzellan- oder hölzernen Spatel, in Schüsseln, Näpfen; auch gebraucht man dazu Glaskolben, Violen, *matras*, *flotes*, die man auf Strohkränze, *valet*, setzt, oder auf kleine geflochtne Körbchen, wie Fig. 6 Tafel I. zeigt; diese Körbchen sind für zwei verschieden große Kolben brauchbar. Ist Wärme zum Auflösen erforderlich, so geschieht es theils in Porzellan-schalen, theils in Kolben, selbst in Retorten mit Vorlage. (Wie die Erwärmung geschieht, davon weiter unten.)

3) Geräte, um pflänzliche und thierische Substanzen mit Flüssigkeiten auszuziehen, zu extrahiren. Man unterscheidet kalten und warmen Aufguss, Infusion. Um einen kalten Aufguss zu bereiten, übergießt man eine gepulverte Substanz in einem beliebigen Gefäße mit der Flüssigkeit; ist jedoch letztere flüchtiger Natur, so muß ersteres verschlossen werden, mit Blase, Stöpsel. Dies nennt man auch das Einweichen, Maceriren. Die Réaumsche hydrostatische Presse ist zu solchen Auszügen anwendbar, wo durch den Druck einer fallen-

in Flüssigkeitssäule, die durch das auszuziehende Material hindurchgepresst wird, alle auflöselichen Theile ausgezogen werden. Weniger Raum erfordert die abgeänderte Extractionsmaschine mit verdichteter Luft, in welcher durch den Druck einer Verdichtungs- oder Compressionspumpe die durch der Flüssigkeit eingeschlossene Luft verdichtet wird. Auch hat man umgekehrt den Raum unter dem auszuziehenden Material mit einer Evacuationspumpe luftleer gemacht, wodurch die Flüssigkeit, vermöge des auf sie von oben frei einwirkenden Luftdruckes, hindurchgetrieben wird. — Zur Anfertigung eines heißen Aufgusses dienen theils Kolben, theils aus Zinn gefertigte eigne Infundirgefäße.

4 Sollen organische, oder auch nicht organische, Materien ausgekocht werden, so geschieht dies a) in offenen Gefäßen, wie in kupfernen, eisernen, zinnernen Kesseln, Pfannen, in Porzellanschalen, Porzellanpfännchen mit Stielen, in silbernen, in Platinschalen, sowohl auf offenem Feuer, im Kleinen über der Lampe, als auch mittelst Dämpfen, und zwar entweder so, daß die Dämpfe das Kochgeschirr von Außen umspülen, und dadurch heitzen, oder daß dieselben unmittelbar in die zu kochende Flüssigkeit selbst geleitet werden. In beiden Fällen bedient man sich im Großen eines eignen Dampfkessels, in welchem durch Leitungsröhren die heißen Dämpfe nach dem Orte ihrer Bestimmung geleitet werden, oder man hat eigens eingerichtete flache Wasserblasen, auf deren Mündung man die Schüsseln, in welchen gekocht werden soll, luftdicht aufsetzt; für die Dämpfe muß nachwärts eine Abzugsöffnung angebracht sein. Dampfheizung zum Behufe des Kochens ist in mehrfacher Beziehung eine sehr wichtige Sache, gehört aber nicht hierher, das Nähere über die Construction anzugeben. — Siehe *Péclet traité de la chaleur Tome II.*

Ein sehr bequemes, nutzbares Instrument, um metallne Pfännchen, ohne Stiel, sondern nur einen Ansatz haben, ohne sich zu verbrühen, anfassen und abheben zu können, ist der Gahn'sche Griff, siehe Fig. 38 Tafel I. Er ist aus Lindenholz gearbeitet, besteht aus einem untern größern Stück, einem obern kleinern, welches mittelst einer Schraube und einer in das untere eingelassenen Mutter in beliebiger Entfernung vom dem untern gehalten werden kann, wozu auch eine Feder wirkt, welche die beiden auseinander hält. Wird nun in den Zwischenraum beider der Ansatz eines Pfännchens gebracht, und der keilförmige Schieber vorgeschoben, so wird sich die obere Hälfte um die Schraubenspindel als Drehpunkt bewegen, nach vorn zu herabgedrückt, und der Ansatz fest eingeklemmt. Die besondere Construction der einzelnen Theile geht aus der Zeichnung deutlich hervor.

b) in verschlossenen Gefäßen mit höher gespannten Dämpfen, als die

Atmosphäre, und bei höhern Temperaturgraden als der sonstige Siedepunkt der Flüssigkeiten. Man bedient sich hierzu des Papinschen Topfs, *Marmite*, eines aus Guss Eisen gefertigten, verzinn ten Topfs, auf welchen ein Deckel mit gut eingeschliffnen Rand möglichst dicht anschliesst, und durch einen sogenannten Bajonettverschluss auf dem Topf befestigt wird. In der Mitte des Deckels ist eine konische Oeffnung mit einem nach Aussen sich öffnenden Sicherheitsventil versehen, durch dessen Gewicht die Spannung der sich erzeugenden Dämpfe, so wie die Höhe der Temperatur bestimmt werden kann, auf welche die Flüssigkeit im Topf erhitzt werden soll. (Die Physik lehrt die hier Anwendung findenden Naturgesetze, und die Gefährlichkeit bei un zweckmäßi gem Verfahren.)

IV. Apparate zum Abdampfen und Krystallisiren, Verfahren dabei.

Zum Abdampfen, *Evaporiren*, *évaporation*, bedient man sich im Kleinen der Abdampfschalen, *evaporating vessels*, aus Porzellan, welche theils flache, theils halbkugelförmige Boden haben, *capsules*, der Platin-, Silberschalen, auch mit Silber und Platin plattirter Kessel, *bassines*; zum Umrühren hat man Glasstäbe, Porzellanspatel, Holzspatel. Im Grossen wendet man kupferne, zinnerne, eiserne Kessel, eiserne und bleierne Pfannen an; erstere aus Blech zusammen genietet, wie auf den Salinen, oder auch aus guss eisernen Platten zusammen geschraubt, letztere aus einer einzigen grossen Bleitafel gebildet. Im Grossen dampft man meistens über freiem Feuer ab, seltner durch Dampf heizung, Dampf bad, *bain de vapeur*, *Steam-bath*, wie z. B. beim Zuckersieden; dagegen bedient man sich der Dämpfe sehr häufig zum Abdampfen im kleinern Mafsstabe; auch stellt man die Schalen in ein Sandbad, dessen Einrichtung weiter unten beschrieben werden soll. Die irdnen Abdampfschalen müssen im Boden gleichmäfsig dünn sein, sonst bersten sie über Feuer wegen ungleicher Ausdehnung; die halbkuglichen sind besonders dann geeignet, wenn die Flüssigkeit auf ein sehr geringes Volum gebracht werden soll, welches in einer flachen Schale nicht ohne Verlust ausführbar ist.

Soll eine Flüssigkeit, in welcher ein krystallisirbarer Körper aufgelöst ist, zum Krystallisiren gebracht werden, so muss das Abdampfen bis auf einen solchen Grad der Concentration fortgesetzt werden, dass beim Erkalten der aufgelöste Stoff sich allmählig in fester Form ausscheidet. Wäre also zu wenig Wasser durchs Abdampfen entfernt worden, so würde nur sehr wenig und langsam in Krystallform anschliessen, hätte

man aber umgekehrt zu viel weggedampft, wäre die Auflösung zu concentrirt, so würde das Festwerden zu schnell, daher unregelmäßig erfolgen, wodurch keine gehörig ausgebildeten Krystalle, sondern eine Masse gewonnen würde, an deren Gefüge sich bloß noch Andeutungen eines regelmäßigen Aneinanderlagerns der Theilchen nachweisen lassen. Die Probe, ob genug abgedampft, ist die, daß man einige Tropfen der heißen Auflösung auf eine Glastafel, oder eine Porzellanschale fallen läßt und zusieht, ob sich bald Krystalle bilden, oder nicht. Wird der Tropfen alsbald starr, so ist zu viel Wasser entfernt worden, schießen bald kleine Krystalle an, so ist genug abgedampft. Man prüft auch wohl mit dem Thermometer, wie beim Kochen der geklärten Zuckerauflösung, weil, wie aus den physikalischen Lehren bekannt ist, je specifisch dichter eine Flüssigkeit ist, desto höher auch ihr Siedepunkt liegt, so daß man also an dem Siedepunkt ein Maß für die relative Dichtigkeit, und also auch für die Menge der aufgelösten Substanz hat. Nicht selten zeigt sich auch als Zeichen der gehörigen Concentration auf der Oberfläche der Auflösung ein dünnes Häutchen, Salz- oder Krystallhäutchen, andeutend, daß die Ausscheidung beginne. Ist aber der zu krystallisirende aufgelöste Körper ein hygroskopischer, so bildet sich ein solches Häutchen nicht.

Sobald die Auflösung die nothwendige Concentration hat, um krystallisiren zu können, so wird sie in die dazu vorgerichteten Gefäße gebracht, im Kleinen in Porzellanschalen, Steingutgeschirre, im Großen in Steinzeuggeräthe, hölzerne Bottiche, Wachsfässer (vom Wachsen der Krystalle also benannt), in kupferne Pfannen etc. So wie nun die Auflösung erkaltet, vermindert sich die Fähigkeit derselben den aufgelösten Stoff in derselben Menge aufgelöst zu erhalten, als bei einer höhern Temperatur, und es muß nothwendig ein Ausscheiden stattfinden, wobei die kleinsten gleichartigen Theilchen sich zu einem Ganzen, vermöge der ihnen inwohnenden Cohäsionskraft, verbinden. (Das Nähere über diesen rein physikalischen Act lehrt die Physik). Die Krystallbildung erfolgt desto regelmäßiger, je allmäliger die Temperatur der heißen Flüssigkeit abnimmt, weshalb auch die Wachsfässer an temperirten Orten aufgestellt werden, und die kupfernen Pfannen, in denen Zuckerkandis krystallisirt wird, in geheizten Zimmern. Bei der Krystallisation des Boraxes ist besonders große Vorsicht nöthig, sollen gehörige Krystalle entstehen (siehe bei diesem). Die sich erzeugenden Krystalle legen sich an den Boden, an die Gefäßwandungen an, welche ihnen, vermöge der Wärmeentziehung und Ausstrahlung Gelegenheit zur Bildung geben. Man pflegt durch Unterbrechung der Continuität der Flüssigkeit das Krystallisiren zu befördern, dies geschieht durchs Eintauchen

von hölzernen Stäbchen, die man in den Boden, in die Falsdauben einsteckt, und an Latten befestigt in die Flüssigkeit von oben hineinhängt; so verfährt man beim Wachsmachen (so nennt man mit dem technischen Ausdruck das Krystallisiren) des Alauns, des blausauren Kalis, Kupfervitriols etc. Man wendet auch Zwirnsfäden an, wie beim Kandis, die quer durch die kupfernen Pfannen gezogen werden. Die nach vollendetem Ansatze übrig bleibende Flüssigkeit nennt man Mutterlauge, *Eau mère*, *mother ley*; sie enthält von der krystallisirten Substanz noch so viel aufgelöst, als sie nach Maßgabe ihrer Temperatur gelöst enthalten kann.

Wenn sich Krystalle bilden, so nehmen sie Wasser auf, und zwar ist dasselbe entweder chemisch mit der krystallisirenden Substanz verbunden, oder bloß mechanisch eingemengt. Das Wasser nämlich, welches krystallisirende Körper aufnehmen, ist entweder zu ihrer Existenz in einer bestimmten Krystallform unumgänglich notwendig, so daß, wenn sie weniger, oder mehr, oder gar kein Wasser aufnehmen, die Form ihrer Krystalle sich gänzlich verändert, oder es ist zum Krystallisiren, zur Erlangung einer bestimmten Form, nicht wesentlich erforderlich; im ersten Fall ist es chemisch gebunden, im letztern nur als etwas außerswesentliches eingemengt. Das erstere steht der Quantität nach zu der krystallisirenden Substanz in einem stets gleichbleibenden Verhältniß bei gleichbleibender Krystallform: so enthält das Glaubersalz stets 56%, Borax 47.1%, kohlen-saures Natron 62,75% Wasser, wenn sie in den gewöhnlichen Krystallformen auftreten. So wie aber die Wassermenge im Glaubersalz, kohlen-sauren Natron nur $\frac{1}{2}$ der obigen beträgt, sind die Krystalle beider von ganz andrer Form, so auch beim Borax mit der Hälfte der obigen Wassermenge. Das mechanisch aufgenommene, zwischen die sich aneinander lagernden Partikel eingedrungene, Wasser steht zur Form in keinem Verhältniß, auch ist es nicht stets in gleicher Menge vorhanden, am wenigsten dann, wenn man durch Rühren ein krystallinisches Mehlpulver erzeugt (siehe weiter unten über die gestörte Krystallisation). Endlich zeigt sich bei den Krystallen, welche chemisch gebundnes Wasser enthalten, das oben Seite 8 angeführte Gesetz der einfachen multipeln Proportionen deutlich ausgesprochen, denn die Sauerstoffmenge des Wassers steht zur Sauerstoffmenge der Base eines Salzes, oder des ganzen Salzes, in einem einfachen Verhältniß in ganzen Zahlen. So ist z. B. der Sauerstoffgehalt im Wasser des Glaubersalzes, Boraxes, kohlen-sauren Natrons 10mal größer als in dem Natron, der Base dieser 3 Salze.

[Es verbinden sich nicht selten Körper mit Wasser chemisch, ohne deshalb notwendig Krystallform anzunehmen, so enthalten z. B. Kali,

concentrirte Schwefelsäure, Salpetersäure, gelöschter Kalk chemisch gebundenes Wasser.)

Nehmen krystallisirende Stoffe Wasser mechanisch auf, und ist zufällig außer dem zu krystallisirenden Körper noch ein andrer, dritter gleichzeitig aufgelöst, welcher leichter löslich, als der krystallisirende, folglich aufgelöst bleibt, wenn letzter anschießt, so werden die Krystalle durch Aufnahme von Mutterlauge nothwendig verunreinigt, was oft Uebelstände mit sich bringt. Wenn z. B. Alaun aus Alaunrohlauge und schwefelsaurem Kali gefertigt wird, so nehmen die Alaunkrystalle Mutterlauge auf, welche schwefelsaures Eisenoxyd enthält, durch welches der Alaun für die Färberei unbrauchbar wird. Um dieses zu vermeiden, wendet man die gestörte Krystallisation an, d. h. man schüttelt und rührt die Flüssigkeiten unter einander, um die Bildung größerer Krystalle zu behindern, um ein Krystallpulver, Mehl (technischer Ausdruck), zu erhalten, welches durch Aufnahme von Mutterlauge wenig verunreinigt ist. Eben so verfährt man beim Reinigen des rohen Salpeters, welcher Chlorkalium und Chlornatrium enthält, welche letztere in kaltem Wasser leichter löslich sind, daher in der Mutterlauge bleiben, und dann durch Aufnahme dieser durch die Salpeterkrystalle letztere verunreinigen. (Das Detail hierüber unter „Alaun, Salpeter“).

Krystalle, welche mechanisch beigemengtes Wasser enthalten, verknistern, decrepitiren, wenn man sie auf heiße Körper streut, indem das Wasser Dampf wird, seine Krystallhülle mit Geräusch zerbricht. (Abknistern nennt man das Entziehen des beigemischten Wassers auf die angegebene Art.) Krystalle, welche chemisch gebundenes Wasser enthalten (in starrer Form, dem Eis ähnlich) schmelzen in der Wärme, und verlieren bei fortgesetztem Erhitzen das Wasser allmählig, blähen sich dabei auf, schäumen, und werden endlich zu einer schwammigen trocknen Masse, so Borax, Alaun, salzsaurer Baryt etc.; dann pflegen sie sich aber nur langsam in Wasser wieder aufzulösen. Solche Krystalle verwittern auch an der Luft, fatisciren, d. h. sie verlieren durch allmähliges Verdampfen von der Oberfläche aus ihr Wasser, welches bis zum gänzlichen Auseinanderfallen fortdauert: sie erscheinen mit Staub bedeckt, indem das die einzelnen Krystalltheile verbindende Wasser fehlt, ist der Zusammenhang aufgehoben; z. B. Glaubersalz, kohlenaures, phosphorsaures Natron. Einige zerfließen leicht, wenn sie zum Wasserdampf der Luft große Verwandtschaft besitzen, z. B. salzsaurer Kalk, salzs. Magnesia, salzs. Eisenoxyd, salzs. Zinnoxidul.

Die Mutterlauge giebt bei wiederholtem Abdampfen oft von Neuem Krystalle, welche jedoch nicht so schön sind, als die beim ersten Au-

schufs, nicht selten aber, wenn viel fremde Substanzen zugleich mit aufgelöst sind, welche die Krystallisation behindern, auch keine Krystalle mehr. Sie wird dann nach Maßgabe ihrer Beschaffenheit zu andern Zwecken verbraucht, oder weggeschüttet. Gewisse Substanzen effloresciren beim Krystallisiren, d. h. sie steigen durch Capillarität an den Gefäßwänden in die Höhe, über den Rand hinweg, längs der äußern Fläche der Gefäße herab, und verbreiten sich auf dem Tisch, so daß sehr wenig oder nichts im Gefäß bleibt, z. B. blausaures Eisenoxydul-Natron. Man kann diesen Uebelstand durch Betalgen der Ränder vermeiden (wehalb? lehrt die Physik).

Was die Formen der Krystalle anlangt, so ist dies kein Gegenstand chemischer Untersuchungen, sondern ist eine Aufgabe der beschreibenden Physik und Krystallologie; überhaupt erinnere ich hier, daß für die Zwecke eines Leitfadens der technischen Chemie für Anfänger genaue Beschreibungen der Krystallformen nicht nöthig zu sein scheinen.

[Schon auf Seite 26 war die Rede davon, daß ein bestimmter Gehalt an Wasser direkten Einfluß auf die Form der Krystalle hat; eben so groß ist aber auch der Einfluß der Mischung der Körper, die relative Menge von Säure und Base in Salzen, und die verschiedene Mischung der Säuren und Basen. Man hat in der neuesten Zeit gefunden, daß z. B. die arsenig- und phosphorigsauren, arsenik- und phosphorsauren Salze gleicher Basen, gleicher Neutralisation und gleichen Wassergehalts, gleiche Krystallform besitzen, woraus wohl folgt, daß jene Säuren selbst gleiche Form besitzen müssen, und da sie gleiche Sauerstoffmengen enthalten, wohl auch ihre $+$ elektrischen Elemente gleiche Form haben mögen. So erzeugen ferner Kalk, Magnesia, Zink-, Kobalt-, Nickel-Kupferoxyd, Mangan- und Eisenoxydul, mit gleichen Säuren und gleicher Menge Wasser verbunden, Salze von gleichen Krystallformen, mit Alkalien Doppelsalze von gleicher Form. Ebenso verhalten sich Baryt, Strontian, Bleioxyd; Thonerde, Eisenoxyd, Manganoxyd. Körper, die unter gleichen Umständen gleiche Krystallform bedingen, müssen selbst wohl gleiche Form besitzen, man nennt sie nach Mitscherlich, welchem man jene Entdeckung verdankt, isomorphe Körper (d. h. Körper von gleicher Gestalt).]

Sollen Körper krystallisirt werden, welche durchs Schmelzen flüssig gemacht worden sind, wie z. B. Schwefel, Spießglanz, Wismuth, so läßt man das geschmolzene so weit in dem Tiegel erkalten, bis eine dicke Kruste sich gebildet hat, bricht diese dann auf, gießt das noch flüssig gebliebne aus und sucht den Tiegel, wenn es thunlich ist, vorsichtig von den an der innern Fläche sitzenden Krystallen (Drusen) zu lösen. Würde man alles erkalten lassen, so wäre dann bloß ein krystallinisches Gefüge zu sehen, keine einzelnen ausgebildeten Krystalle.

V. Apparate zur Destillation, Sublimation und Cämentation.

Das Destilliren, *distillation*, und Sublimiren, *sublimation*, sind zwei nahe verwandte physikalische Prozesse, die aber unter den chemischen Operationen, um Stoffe von einander mit Hülfe der Wärme zu scheiden, eine sehr wichtige Stelle einnehmen. Hier kann nur von den dazu gebräuchlichen Geräthen die Rede sein, nicht von dem Naturgesetz, auf welchem sie begründet sind, welches die Physik lehrt. Destilliren nennt man den Prozess, wenn eine flüchtige Flüssigkeit von einer minder flüchtigen, mit ihr verbundenen, oder von einem in ihr aufgelösten starren, minder flüchtigen Körper, durch Dampferzeugung und Niederschlagen der entwickelten Dämpfe, in tropfbarem Zustand erhalten wird. Hierzu gebraucht man, je nachdem man die aufsteigende, schräge, oder absteigende Destillation anwendet, verschiedene Apparate.

1) Zur aufsteigenden Destillation Kolben, *cucurbita*, *flask*, und Helm, *chapiteau*, *head*, *capital*, aus Glas, siehe Fig. 2 Tafel I., (*alambic*, *alembic* heisst beides zusammen). Man stellt den Kolben in ein Sandbad, oder erwärmt ihn auch wohl durch Lampenfeuer, setzt den gut eingeschliffnen Helm auf den Kolben, lutirt mit Blase, und legt an den Schnabel desselben eine Vorlage, *Recipient*, *réipient*, *receiver*, an, theils einen andern Kolben mit engerer Mündung, theils einen Ballon, *ballon*, *balloon*, (Glaskugel mit einem oder 2 Hälften), wie in Fig. 5 Tafel I. Man hat auch gläserne Helme mit Glaspfropfen, Tabulathelme, um etwas nachfüllen zu können, ohne den Helm abzuziehen; nicht selten ist dann Kolben und Helm aus einem Stück geblasen. Kolben und Helm wird jetzt nur selten angewendet, meistens gebraucht man beide zu chemischen Versuchen im Kleinen. Destillirblasen, *alambic*, *copper still*, gehören zu den Apparaten für aufsteigende Destillation; sie bestehen aus kupfernen Kesseln, mit kupfernen oder zinnernen Helmen, Hüten, verschiedner Gestalt; das Helmrohr, *dec. noze*, führt in den Condensator, welcher entweder als einschlingenförmig gewundenes Rohr, Schlange, *serpentin*, *worm*, oder als ein metallner Cylinder, oder Doppelcylinder gestaltet ist, in dessen Raum die heißen Dämpfe eintreten, und von dem umgebenden Kühlwasser von außen (und von innen) umspült werden. Man stellt nämlich diese Apparate in Kühlfässer, *tonneau réfrigérant*, *seau*, d. h. in Fässer, oder metallne Behälter, in denen ein steter Zufluss von kaltem Wasser durch ein bis auf den Boden des Gefässes herabreichendes

Rohr, und Abflus des heiss gewordenen Wassers von oben stattfindet; denn, indem die heissen Dämpfe sich condensiren, setzen sie ihre gebundene Wärme an das Wasser ab, welches dadurch heiss wird. (Die Details hiervon werden in dem Artikel Brantwein, im 3ten Theil ausführlicher vorkommen, gehören übrigens in die Physik, nicht in die Chemie.) Auch bei Destillationen im Kleinen ist eine Abkühlung der Vorlage nothwendig, weshalb man dieselbe in eine Schüssel voll kalten Wassers legt, oder mit einem wollenen Tuch belegt, auf welches in einem dünnen Strahl kaltes Wasser aus einem höher stehenden Gefässe mit Hahn tropft. — Bei der Destillation ätherischer Oele, welche leichter sind als Wasser, wird, um das Oel in einem Gefässe zu sammeln, die sogenannte Florentiner Vorlage gebraucht, Fig. 10 Tafel I., durch deren Hals das Wasser, welches mit überdestillirt, abläuft, das Oel aber sich ansammelt. — Wasserbad, *bain-marie*, *water-bath*, ist eine Vorrichtung um ohne unmittelbaren Einfluss des Feuers zu destilliren, dadurch, dass man das Destillationsgeräth in eine mit Wasser gefüllte Blase einschliesst, so dass nur durch das heisse, das Destillationsgeräth umgebende, Wasser die Destillation eingeleitet wird, wodurch eine stets gleichmässige Temperatur bedingt, und ein Anbrennen, in Folge zu grosser Hitze auf einem Punkt, vermieden wird. — Aludelapparat wird beim Quecksilber angeführt werden; ist veraltet.

2) Zur schrägen Destillation braucht man Retorten, *cornues*, *retorts*, und Vorlagen, von weissen, oder grünen Glas. Die Retorten wie die Kolben müssen nicht dick sein, weil sie sonst leicht bersten, von gleicher Stärke, ohne Knoten und Blasen, gut geformt, der Hals gut angesetzt. Man unterscheidet Retorten mit und ohne Tubulus, *tubulirte* Fig. 1 und 37 und nicht *tubulirte* R. Fig. 9, 32; letztere werden im Grossen ausschliesslich angewendet; man wendet auch Porzellanretorten, Retorten aus hessischer Tiegelmasse, Waldenburger, Bunzlauer Retorten an, die jedoch sehr porös sind, und überhaupt nur bei Gasentwicklungen vorkommen, (siehe unter diesen). Platinretorten und Vorlagen zur Gewinnung reiner Flusssäure, der Chromsäure, sind selten gebraucht. Man schüttet die pulvrigen Materien durch den Hals der Retorte, spült mit Wasser nach, und füllt die Säuren durch den Tubulus ein, oder bei nicht tubulirten Retorten mittelst eines langen, eigens dazu gebogenen, Glastrichters; soll während der Destillation noch Säure zugelassen werden, so befestigt man in dem Tubulus der Retorte einen gebogenen Trichter, den *Welterschen* Trichter, Fig. 14 Tafel I., dessen Rohr nicht bis in die Flüssigkeit der Retorte zu reichen braucht, denn dadurch, dass man bis zur Füllung der angeblasnen Glasugel Säure durch die Mündung des Trichters eingiesst, entsteht eine

Flüssigkeitssäule, welche durch ihren Druck den im Retortenraum befindlichen Dämpfen Gegendruck leisten und ihnen den Ausgang versperren kann. Wenn nämlich die Dämpfe stärker drücken als die Luft, so steigt das Sperrfluidum im langen Trichterrohr auf, und aus der Kugel heraus, wodurch aber eine nur längere hydrostatische Drucksäule entsteht. (Die Physik lehrt die Wirkungen kennen). Statt des Welteraschen Trichters bedient man sich auch des Säurebehälters, *acid holder*, eines birnförmigen Glasgefäßes, welches in die Tubulatur paßt, und mit einem quer durchgehenden Glaspfropf verschließbar ist. Will man im Kleinen eine Destillation über Lampenfeuer vornehmen, so wird ein Retortenhalter mit beweglichem Arm, Fig. 4 Tafel I., in der Art angewendet, wie es Fig. 5 deutlich zeigt. (Die eigentliche Klemme, welche mit Kork gefüllt und mit einer hölzernen Schraube versehen ist, dreht sich um ihre Axe in einem kurzen Arm, der sich niedrig und hoch stellen läßt). Man kann auch auf die Art einen Retorten- und Röhrenträger construiren, daß man eine Klemme mit Schraube senkrecht auf ein Fußgestell stellt.

Im größern Maßstabe verfährt man also: man legt die Glasretorten in eine eingemauerte, gusseiserne Sandkapelle, oder auch dem freien Feuer angesetzt in einen Drahtkorb, welcher eine kleine Blechschale mit Sand trägt, in geneigter Lage, wie dies Fig. 32 zeigt; von den Vorlagen gilt das bereits unter 1) gesagte. Nicht selten verbindet man den Hals der Retorte mit der Vorlage durch einen sogenannten Vorstofs, *alonge*, *adaptor*, eine konische, theils gerade, theils unter verschiedenen Winkeln gebogene Röhre, die mit dem Retortenhals durch Blase oder Kitt (siehe davon am Ende dieses Kapitels) verbunden wird. Damit die zu gleicher Zeit sich entbindenden Gase theils aufgefangen, theils abgeleitet werden können, dient eine winkelrechte Glasröhre, die man entweder zwischen dem Retortenhals und der Vorlagenmündung einlegt, oder man nimmt einen tubulirten Kolben, einen doppelt tubulirten Ballon (siehe Fig. 5), und fügt eine gekrümmte Glasröhre zum Ableiten der Gase ein; dies geschieht mittelst gut schließender Korken. Statt eines tubulirten Glasballons kann man auch eine Flasche mit 2 oder 3 Halsen (Fig. 25 Tafel I.) anwenden, in deren einen man mittelst einer Vorstofsrohre das Destillat leitet, aus dem zweiten geht das ableitende Rohr aus.

Nicht selten wird eine Flüssigkeit vorgeschlagen, d. h. eine Flüssigkeit in die Vorlage geschüttet, welche dazu dienen soll, theils das flüssige Destillat aufzunehmen, theils die Dämpfe zu binden, oder gasige Stoffe zu absorbiren. So wird z. B. bei der Destillation der Salzsäure, der Salpetersäure, des Salmiakgeistes Wasser vorgeschlagen, um das

salzsaure- und Ammoniakgas und die Dämpfe der Salpetersäure aufnehmen. Zu diesem Behuf ist der Woulf'sche Flaschenapparat, *appareil de Woulf, Woulf's apparatus*, Fig. 25 Tafel I., Fig. 20 Tafel II., den man auf verschiedene Weise in neuester Zeit abgeändert hat, ganz besonders geeignet, indem durch die Einrichtung desselben eine große Berührung zwischen dem sich entbindenden Dampf oder Gas und der vorgeschlagenen Flüssigkeit, unter einem mächtig grössern Druck als dem der Atmosphäre, statt findet. Die Flaschen sind entweder mit 2, oder mit 3 Hälzen versehen, *flacons tubulés, necked bottles*, 2, 3, 4 an der Zahl, durch winkelrecht gebogene Glasröhren so mit einander verbunden, daß die luftförmigen Körper aus einer in die andere nur durch die vorgeschlagene Flüssigkeit hindurch gelangen können. Die erste Flasche wird durch eine Vorstosröhre mit der Retorte, oder dem Kolben verbunden (wie Fig. 25 zeigt), und die letzte mit einem offenen Glaszylinder, damit die noch nicht völlig absorbirten gasigen Theile dort noch vom Wasser, oder sonstigen Flüssigkeiten, verschluckt werden können, um nicht die Gesundheit der arbeitenden Chemiker zu gefährden. In die mittlern Hälse werden gerade Glasröhren, oben mit oder ohne trichterförmige Mündungen, so eingesetzt, daß sie einen Zoll unter dem Flüssigkeitsspiegel sich befinden, Sicherheitsröhren, *tubes de sûreté, tubes of safety* genannt, welche dazu dienen, daß, bei überhand nehmender Spannung des Gases, oder der Dämpfe, die Flüssigkeit in ihnen aufsteigen und nöthigenfalls selbst ausfließen, auf der andern Seite aber auch, wenn die Spannung sich in Folge rascher Absorption oder Condensation vermindert, die atmosphärische Luft in die Flaschen eintreten kann, ohne daß die Flüssigkeit einer Flasche in die andere übertritt und sie verunreinigt. Statt dieser einfachen Röhren hat man noch die Welterschen Sicherheitsröhren, *tubes de sûreté à boule*, eine Verbindung der gewöhnlichen zweimal winkelrecht gebogenen Verbindungsrohren mit dem Welterschen Trichter; es ist nämlich im Mittel des horizontalen Stücks der Verbindungsröhre ein gebogener, mit Glaskugel versehener, Trichter so angeblasen, daß die Röhre mit dem Trichter in einer vertikalen Ebene liegt. Hat man solche Röhren, so sind die mittlern Hälse und die in dieselben gesteckten Röhren nicht nöthig; die Sicherheitstrichter werden, so wie bereits oben angegeben worden ist, mit einer schicklichen Flüssigkeit gesperrt. — Die Pfropfe müssen nicht selten mit Kitt verstrichen werden, so wie man auch die Flaschen mit kaltem Wasser, oder Frostmischungen, abkühlen muß.

Zum Gebrauch im Großen hat man große Flaschen aus Irdenwaare, *bombonnes*, mit irdnen, oder bleiernen, Röhren verbunden; sie

sie werden in einen mit Wasser gefüllten Trog gestellt, in welchem steter Zu- und Abfluss erhalten wird. Statt der Retorten gebraucht man häufig gusseiserne Cylinder, wie Fig. 1 und 2 Tafel IV. zeigen, so auch Tafel III Fig. 1.

3) Die absteigende Destillation wird selten noch in Anwendung gesetzt, unter andern in England bei der Zinkgewinnung aus Gahnei. Man füllt einen im Boden durchbohrten, mit einem irdnen durch letztern aufsteigenden, senkrechten Rohr versehenen Tiegel mit den zu destillirenden Materien, verschließt ihn mit einem Deckel luftdicht, und umgibt ihn rings umher, so steigen die Dämpfe des entbundenen Zinks durch das Rohr nieder, kühlen sich ab, und tropfenweis sammelt sich in untergesetzten Gefäßen das Metall; (eine Abbildung wird im 2ten Theil bei dem Artikel Zink geliefert werden).

Unter trockner Destillation versteht man einen Prozeß der Destillation trockner und flüssiger Materien, vorzugsweise organischer Abstammung, durch welchen eine Entmischung derselben, Erzeugung tropfbarer, gasförmiger und starrer Produkte stattfindet. Hiezu wendet man im Kleinen eine irdne, eiserne, oder beschlagne gläserne Retorte an, deren Hals durch einen Vorstoß mit einer Vorlage (Ballon, Kolben) in Verbindung gesetzt wird, aus welcher die Gase durch eine gekrümmte Röhre abgeleitet werden. Im Großen braucht man gusseiserne Retorten, Cylinder, z. B. bei der Gaslichtbereitung, siehe Tafel III. Fig. 1, 2, 3, 4, oder selbst gemauerte Räume, die von außen geheizt werden, wie z. B. beim Theerschwelen. (Von diesen Prozessen wird an den gehörigen Orten das Nöthige gelehrt werden.)

Wird ein Destillat nochmals für sich destillirt, so nennt man diesen Prozeß die Rectification, man bezweckt, dasselbe zu reinigen, das flüchtigste von dem minder flüchtigen vollkommener zu scheiden; Cohobation nennt man dagegen das Verfahren, wenn man ein Destillat auf den abdestillirten Rückstand zurückgießt, und über demselben nochmals abdestillirt, welches bei Pflanzenmaterien vorkommt.

4) Sublimation, *sublimation*, nennt man den Prozeß, wenn eine flüchtige starre Substanz durch Wärme in Dämpfe verwandelt wird, welche sich zu einem starren Körper wieder verdichten. Die zum Sublimiren gebräuchlichen Geräthe sind im Kleinen Glasröhren, die man mit dem zu sublimirenden Körper füllt, und über die Flamme der Köhllampe hält, worauf sich das Sublimat zu beiden Seiten ansetzt, (wie bei der Reduction des Arseniks aus arseniger Säure durch Kohle); oder kleine Glaskolbchen, die man mittelst einer Löthrohrflamme erhitzt, in deren langen Hals sich der Anflug sammelt. Oder man wendet Glaskolben, grüne Medicingläser an, die man in einen Tiegel mit

Sand umgeben, oder in eine Kapelle einsetzt und so erhitzt; auch werden dazu zwei Tiegel gebraucht, die man umgekehrt über einander stellt und verklebt. Im Großen hat man Glasballons für den Salmiak, von fast cylindrischem Mittelstück und halbkuglichen Boden, sie werden in Sandkapellen eingesetzt; oder aus Gufseisen, aus Eisenblech gefertigte Cylinder mit halbkugelförmigen Boden und Deckel, wie bei der Sublimation von arseniger Säure, gelbem Opierment; oder irdne Krüge etc. Man sublimirt auch mitunter in Retorten nebst Ballon, so das kohlen saure Ammoniak, (siehe bei diesem). — Lockere Sublimats, in Krystallform oder staubartig, nennt man Blumen, *fleurs*, *flowers*, z. B. Benzoëblumen, die sublimirte Benzoëssäure, zu deren Sublimation eine lange Papiertute gebraucht wird, um in derselben die Dämpfe aufzufangen; Schwefelblumen u. a. m.

5) Hier reiht sich noch der Prozeß des Cämentirens an, *Cämentation*, ein Prozeß der gegenseitigen Durchdringung zweier starrer Körper, die man in ein Gefäß eingeschichtet auf einen gehörigen Temperaturgrad erhitzt. Hierzu hat man im Kleinen irdne Büchsen (man kann jeden Schmelztiegel dazu brauchen, wenn man den Deckel luftdicht aufpafst und verklebt), eiserne oder irdne Kästen. So cämentirt man Kupfer durch Zink, — Fabrikation des Knittergoldes, — Eisenstäbe durch Kohle, — Stahlbereitung, Cämentstahl —, so überstählt der Mechaniker, Büchsenmacher u. a. beim Einsetzen eiserner Waaren mit thierischer Kohle dieselben, damit sie hart werden und schöne Politur annehmen. (Das Nähere hierüber siehe unter Stahl.)

VI. Apparate zur Entbindung und zum Auffangen von Gasen, zu verschiedenen Versuchen mit denselben.

Die Gasentwicklung erfolgt entweder ohne Wärme, oder mittelst einer Temperaturerhöhung, hienach sind die Apparate verschieden.

1) Soll ein Gas ohne künstliche Erwärmung entbunden werden, so bedient man sich dazu einer Caravine, einer Flasche mit weitem Hals, in welchen ein guter Korkstöpsel genau pafst, durch den eine lange Trichterröhre und ein winkelrecht gebognes Glasrohr luftdicht hindurchgesteckt sind, wie Fig. 15 Tafel I. zeigt. An das gekrümmte Glasrohr setzt man ein anderes Rohr an, nach der nöthigen Lage, die man demselben geben will, verschieden gebogen und verbindet beide luftdicht und an einander beweglich mittelst Caoutchouc (*Gummi elasticum*) also: man nimmt einen kleinen, dünnen Beutel, schneidet ein gehörig langes und breites Stück aus, und zwar so, daß man den Beutel zusammen legt, und mit dem Scherenschnitt die beiden Schnittflächen

drückt, schiebt in beide Oeffnungen des so gebildeten Caoutchouc die Enden der beiden Glasröhren hinein, und bindet diese mit einem Faden Seide fest auf. Diese Verbindung ist so dicht, als nicht heiße Wasserdämpfe, oder Dämpfe von Caoutchouc erweichen; sie gewährt den Vortheil der Beweglichkeit. Durch den Glastrichter gießt man die zur Entbindung nötige Säure nach und nach hinzu. Soll das entwickelte Gas mit fortgerissenen Wasserdampf getrocknet werden, so wird es in eine Röhre geleitet, die mit geglühtem Chlorcalcium an Fig. 27 Tafel I. (hier ist nur die mit einer Kugel versehene Röhre hinwegzudenken), und von dem Retortenhalter Fig. 4 in der Lage gehalten wird. — Früher bediente man sich zur Gasentwicklung eigner zweihalsiger Flaschen mit Trichter und Stopfer, deren Gebrauch sind.

Gasentwicklung mittelst künstlicher Erwärmung dienen verschiedene Apparate, je nachdem die Gasentbindung auf trockenem oder nassem Wege stattfindet.

Trockener Wege durchs Glühen. Man wendet hierzu gusseisernen an, auch geschmiedete eiserne Flaschen, wie zur Entbindung Sauerstoff-, Kohlenstoffoxydgas. Zu diesem Zweck sind Überlegel am vorteilhaftesten anzuwenden, in welchen jenes Gas entbunden kommt. Man läßt die Mündung konisch ausdrehen, so eines Flintenlaufs einpassen, wie ungefähr Fig. 39 Tafel I. In andere Oeffnung des Flintenrohres kann man dann einen kleinen flexibeln Glas- oder Zinnrohr einsetzen, um das Gas zu leiten. (Zinnröhren, und überhaupt biegsame Metallröhren für die Vertheilung des Beleuchtungsgases in Gebäuden, angewendet werden, sind auch für den Chemiker recht anzuwenden.) In kleinern Versuchen wendet man auch wohl ein Flintenrohr, welches am dickeren Ende fest verschraubt ist, und in vertikal in Glühfener gelegt, oder durch einen Röhrenofen geleitet, wie ungefähr Fig. 29 Tafel I. zeigt; (hier ist ein anderer Apparat noch eine Retorte angefügt ist). Auch aus gläsernen Retorten Gas über der Glühlampe entbunden, wozu ein vollkommener Apparat in Fig. 5 Tafel I. vorgestellt ist, auch in Fig. 7 und 9 dargestellte Apparat verwendet werden. In nassem Wege durchs Erhitzen. Hierzu braucht man vorzugsweise den in Fig. 7 dargestellten Apparat, einen Kolben mit Pfropfen und feststehendem Gasrohr. Soll während der Entbindung des Gases Flüssigkeit nachgefüllt werden, so müßte ein Kolben mit einem noch einen Welterschen Trichter einsetzen zu können,

gewählt werden, wie in Fig. 25. Ist es nothwendig, daß das entwickelte Gas vor dem Auffangen noch von zugleich erzeugten fremden Gasen gereinigt werde, so leitet man es durch eine Mittelflasche, welche mit geeigneten Flüssigkeiten zur Hälfte gefüllt ist, durch welche das Gas hindurch muß, um dann aufgefangen zu werden; siehe den Apparat in Fig. 8 Tafel I. und Tafel II. Fig. 20. Man bedient sich auch statt der Kolben Retorten, wie z. B. in Fig. 9 und 37 Apparate der Art gezeichnet sind; man kann auch Tubulatretorten mit Welteraschen Trichtern, oder einem sogenannten Säuretrichter, *acid holder*, mit einem quer durchgehenden durchbohrten Glaspfropfen, anwenden. Soll aus der Zersetzung von Dämpfen ein Gas in der Glühhitze erzeugt werden, so bedient man sich dazu eines Apparats, wie Fig. 29 Tafel I. zeigt. Man legt einen Flintenlauf, oder Porzellanrohr, durch die Oeffnungen eines Röhrenofen, fügt an einem Ende eine Retorte ein, in welcher sich die in Dämpfe zu verwandelnde Substanz befindet, am andern ein Gasleitungsrohr, beide durch Pfropfen gesteckt, welche, bei hinlänglicher Länge des Rohrs von der Hitze nicht leiden.

3) Um die entbundenen Gase in schickliche Recipienten leiten zu können, dient die pneumatische Wanne, *cuve pneumatique*, *pneumatic trough or apparatus*. Man unterscheidet pneumatische Wasser- und Quecksilberwannen, *cuve hydro- et hydrargyro-pneumatique*, *water and mercurial trough, or apparatus*, je nachdem Wasser oder Quecksilber als Medium in ihnen gebraucht wird.

a) Pneumat. Wasserwannen, am häufigsten gebraucht, werden entweder, sollen sie groß sein, aus Stabholz, oder Blech gefertigt, im kleinen Maßstab aus Weißblech, oder aus Glasplatten zusammengesetzt, wie in Fig. 5. Es sind theils viereckige, theils länglich runde Gefäße, von verschiedner Tiefe, nach dem verschiednen Zweck eingerichtet. In ihnen befindet sich eine Brücke, *tablette*, *sliding shelf*, ein horizontales Brett, Blechtafel, oder Glasplatte, von Knaggen getragen, oder zwischen Conlissen eingeschoben, oder sonst befestigt, (bei der in Fig. 5 abgebildeten Wanne ist die Brücke durch 4 Messingstreifen, welche oben übergebogen auf dem Rand der Wanne ruhen, gehalten). Die Brücke hat mehrere Oeffnungen, unter denen kurze Blechtrichter befestigt sind, oder auch ohne diese, wie bei der Wanne Fig. 5, um das von unten eintretende Gas ohne Verlust nach der Oeffnung und durch diese zu geleiten. Zum Aufsammeln des Gases bedient man sich theils kleiner, theils größerer Glascyylinder, Glocken, mit und ohne Tubulus (siehe Fig. 11 und 34 Tafel I., und Fig. 1 und 3 Tafel II.), die man vorher, um alle atmosphärische Luft auszutreiben, mit Wasser in der Wanne füllt, und auf die Brücke stellt, über welche das Wasser

letz $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll hoch stehen muß, damit, wie aus der Physik bekannt ist, das Wasser in den Cylindern, Glocken durch den Druck der Atmosphäre getragen werde. Man schiebt nun einen solchen mit Wasser gefüllten Recipienten (Glasglocke, Cylinder) über die Oeffnungen der Brücke, und bringt die Mündung des gekrümmten Gasleitungsrohres darunter. So bald die Gasentbindung anhebt, steigt das Gas in Blasen aus dem Gefäß, das Wasser fließt in demselben Maße ab; ist das Gefäß mit Gas gefüllt, so schiebt man es auf der Brücke seitwärts fort, und bringt ein anderes, mit Wasser gefülltes, auf die Mündung etc. Will man das mit Gas gefüllte Gefäß wegheben, um an einem andern Ort damit zu operiren, so stellt man es unter Wasser in eine flache mit Wasser gefüllte Schale, so bleibt das Gas abgesperrt; oder man deckt ein Uhrglas, eine Glasplatte, *obturateur*, auf die Mündung, und hebt es aus dem Wasser, kehrt es dann um, und nimmt den Deckel ab, etc.

Wenn man mittelst Wärme ein Gas entwickelt, und will, nach Beendigung des Versuchs, den Apparat erkalten lassen, so muß man nicht eilen, die Gasröhre aus dem Wasser zu nehmen, weil sonst, so bald die Luft im Innern des Apparats beim Erkalten sich abkühlt und zusammenzieht, durch den Druck der Atmosphäre das Wasser aus der Röhre in die Retorte, den Kolben aufsteigt, und dann Schaden verursachen kann. Operirt man mit Gasen, welche vom Wasser verschluckt werden, so muß man Quecksilber anwenden, es sei denn, daß das Gas von ihnen angegriffen würde, oder daß letzteres die Gase entzünde, dann muß man sich anderweitig helfen.

b) Quecksilberwannen werden theils aus Holz, (eine kleine Wanne von dieser Art, mit einer ebenen Glasplatte auf dem Boden, ist Fig. 11 Tafel I. bezeichnet) theils aus Marmor, Guss-eisen gefertigt, überhaupt aus Materialien, die von erstem nicht angegriffen werden, und die Festigkeit genug besitzen, einen starken Druck auszuhalten. Ihre Einrichtung ist mit der Wasservannen ganz ähnlich, man gibt ihnen nur eine geringere Höhe, um nicht unnützerweise viel Quecksilber zum Füllen zu gebrauchen, und zwar so, wie es Fig. 2 Tafel II. zeigt, daß zwei Brücken, aus Eisen Vollen gearbeitet, zu beiden Seiten sich befinden, und dazwischen ein cylindrisch ausgehöhlte Raum für das Quecksilber, um hierin Cylindern füllen zu können. An einer Seite bringt man einen hohlen, vertikalen, cylindrischen Raum an, α in beiden Figuren 1 und 2 Tafel II., um in demselben, da er mit Quecksilber gefüllt ist, graduirte Cylindern eintauchen zu können, wenn man das aufgefangene Gas messen will. (Wie dies geschieht soll unter 4 gelehrt werden.) Zu dem Ende ist es nöthig, wenn an dieser Stelle ein Stück der Metall- oder Holzwand ausgehauen, und dafür ein Stück Glas eingesetzt ist, um das Auge mit

dem Quecksilberspiegel in eine horizontale Ebene zu bringen, um Fehler beim Ablesen zu vermeiden. Sollen grössere Recipienten, z. B. graduirte Glocken, mit Quecksilber gefüllt werden, so muß man dazu tubulirte mit Hähnen verschließbare wählen, auf deren Tubulator eine eiserne Saugpumpe aufgeschraubt werden kann, mittelst welcher man die Luft auspumpen und das Quecksilber anheben kann.

An der in Fig. 1 und 2 Tafel II. gezeichneten Quecksilberwanne von Gufseisen, aus *Newman's* Werkstatt in London, ist noch ein kleines Gasometer *b* nach *Pepys's* Angabe angebracht, welches dazu dienen soll, Gas aufzusparen, um es dann in kleinern Portionen zu verbrauchen. Zu dem Ende ist auf die Bodenplatte des hohlen gusseisernen Cylinders *b* ein anderer Cylinder aus Eisenblech aufgeschraubt, (man sieht ihn in Fig. 1 punktirt) welcher aber von der Peripherie des erstern überall $1\frac{1}{2}$ — 2 Linien absteht; dieser innere Cylinder endigt sich mit einem halbkugelförmigen Deckel, wie in Fig. 2 bei *c* zu sehen ist. Durch diesen inwendig hohlen innern Cylinder geht ein Blechrohr luftdicht so hindurch, daß dessen obere Mündung bei *d* 4 — 6 Linien über dem gewölbten Deckel hervorsteht, und sich unten bei *e* in ein Hahnstück endigt; an dieses wird ein kleiner gläserner Trichter *f* angeschraubt, welcher in eine mit Quecksilber gefüllte Glasschale *g* eingetaucht ist, die bei der Gasbereitung die Quecksilberwanne vertritt. Um den Trichter mit Quecksilber zu füllen, muß man oben bei *c* saugen, dann den Hahn bei *e* schließen. (Zu diesem Ende müssen die Hähne von Eisen und nicht von Messing sein.) Soll das Füllen einer Glocke mit diesem Apparat anheben, so wird dieselbe in den Raum zwischen den innern Kern und den äußern Mantel, welcher mit Quecksilber gefüllt ist, bei geöffnetem Hahn in der Tubulatur, eingetaucht, damit alle Luft entweichen kann, sodann derselbe verschlossen, die Gasleitungsröhre so zwischen der Glasschale *g* und dem Glastrichter *f* eingebracht, daß das Gas in den Trichter einströmt, und durch das im innern Cylinder befindliche Blechrohr, dessen obere Mündung bei *e* sich in der Höhlung der Tubulatur der Glasglocke befindet, in die letztere nach vorheriger Oeffnung des Hahnes *e* gelangt, wodurch sich dann die Glocke mit Gas füllt.

Will man den Inhalt der Glocke, nachdem der untere Hahn bei *e* geschlossen, und der Trichter mit der Glasschale weggenommen worden ist, in kleine Portionen zum Verbrauch abtheilen, so dient dazu das von dem Hahnstück *e* aufsteigende Rohr *k*, welches in *i* einen Hahn hat; es mündet auf der Ebene der einen Brücke, in einer Rinne liegend, bei *k* Fig. 2 aus. Stellt man nun über *k* einen mit Quecksilber gefüllten kleinen Cylinder auf, öffnet den Hahn *i*, und drückt die

Glocke nieder, so wird das Gas durch den ausgeübten Druck durch das Rohr *k* aufsteigen, durch die Oeffnung bei *k* ausströmen, und den Recipienten füllen. Es ist einleuchtend, daß dadurch daß im Gasometer ein Kern angebracht ist, sehr viel Quecksilber gespart wird, indem nur so viel nöthig ist, als den Zwischenraum ausfüllt.

Unter der Wanne ist ein lackirter Blechkasten, um verschüttetes Quecksilber aufzusammeln, auch kann man an den rechten vordern Fuß der Wanne eine Eisenstange ansetzen, auf welcher sich ein auf und nieder schiebbarer Träger für eine Spirituslampe anbringen läßt, um eine kleine Retorten zu erhitzen, deren Hals man in die untere Oeffnung der gegenüber sich befindenden Brücke einstecken kann, und die dann in den Einschnitten in der Vorderwand *l, l, l* ruht. *m* ist eine mittelst einer Zwinge festgestellte Detonationsröhre, wovon weiter unten das Nähere.

4) Zum Aufnehmen der entwickelten Gase bedient man sich theils kleinerer und größerer gläserner Recipienten, theils Gasometer.

a) Gläserne Apparate der Art sind: Cylinder, *éprouvettes*, *glafs jars*, verschiedner Dimensionen, Glasglocken, mit und ohne Glas-*tabulas*, auch mit einem Hahnstück, *cloche à robinet*, wie in Fig. 11 und 34 Tafel I., Fig. 1 und 3 Tafel II. zu sehen ist. Nicht selten, um das aufgefangene Gas messen zu können, bedient man sich der graduirten, calibrirten Cylinder, Glocken, *cloche graduée*, *graduadet jars*, die in pariser oder preussische (rheinländische) Kubikzolle und Linien getheilt sind. Bei solchen Versuchen ist nöthig, daß, will man das Gasvolum messen, das Quecksilber, oder Wasser im Innern der Gefäße in gleichem Niveau mit dem in der Wanne stehe; denn stünde es im Innern höher, so ist, wie die Physik lehrt, die innere Luft nicht so dicht wie die atmosphärische, folglich nimmt sie einen größern Raum ein, als sie bei gleicher Dichtigkeit mit der Luft einnehmen würde; sie muß aber gleich dicht sein. Was ist da zu thun? Entweder man taucht den Cylinder so tief in das Quecksilber oder Wasser ein, bis die Flüssigkeitsspiegel innerhalb und außerhalb in gleichem Niveau stehen, und liest dann ab, oder man stellt eine Rechnung an, und corrigirt die Volumgröße auf die wie sie bei gleicher Dichtigkeit mit der Atmosphäre sein würde. Stünde z. B. das Barometer 28" hoch, und wären in einem Glascylinder scheinbar 42 Kubikzoll Gas, stünde aber das Quecksilber im Innern desselben 2" über dem Niveau des Quecksilbers außerhalb, wie viel Kubikzoll Raum nimmt dann wohl das Gas ein, wenn es gleiche Dichtigkeit mit der atmosphärischen Luft hat? Es müssen sich die Räume verkehrt verhalten wie die Dichtigkeiten, und da die Quecksilberstände die Dichtigkeiten messen, also verkehrt proportional

den Quecksilberständen. Steht das Quecksilber im Barometer zur Zeit des Versuchs 28", und ist die Dichtigkeit des Gases im Cylinder 28" — 2' = 26" Quecksilbersäule, erfüllt das Gas unter jener Bedingung 42 Kubikzoll, wie groß würde das Volum bei 28" Dichtigkeit sein? $28 : 26 = 42 : x$, also $x = \frac{26.42}{28} = 39$ Kubikzoll. (Die Gründe dieses Verfahrens lehrt die Physik.)

b) Will man größere Gasmengen bereiten und sie zum Gebrauch aufbewahren, so bedient man sich dazu der Gasometer, *Gasomètre*, *Gasholder*, *Gasmeter*. Die für chemische Experimente gewöhnlichsten sind: das Pepysche, und das gewöhnliche Kastengasometer.

a) das Pepysche Gasometer, 1802 erfunden, auf Tafel II. Fig. 3 gezeichnet, wird aus Kupfer- oder starken Eisenblech gefertigt, und im letztern Fall lackirt. Es besteht aus einem oben und unten geschlossenen Cylinder; auf demselben ist ein oben offenes, kleines, cylindrisches Gefäß gestellt, welches durch 5 Röhren, die von dem obern Boden des untern Gefäßes aufsteigen, getragen wird. 3 dieser Röhren sind bloß zum Tragen und des Ebenmases wegen angesetzt, sie sind oben und unten geschlossen, 2 andere aber, welche auch mit Hähnen versehen, dienen um theils Wasser, theils Gas durch sich hindurch zu lassen. Die eine seitwärts stehende *a* steigt von dem Boden des obern Gefäßes bis fast auf den Boden des untern herab, sie kann selbst noch (wie die Figur zeigt) durchs Anschrauben anderer kupferner Röhren beliebig verlängert werden, welche ein oberes Trichterstück tragen, um Wasser einfüllen zu können. Die zweite, und zwar mittelste Röhre *b* mündet in dem obern Boden des untern und den Boden des obern Gefäßes. An dem untern größern cylindrischen Gefäß befinden sich 2 Handhaben, um den Apparat transportiren zu können; ferner nahe an dem untern Boden ein schief angesetztes kurzes, weites Rohr *c*, mit einem aufzuschraubenden Deckel luft- und wasserdicht verschließbar; ein Hahnstück *d* ganz oben, an welches ein Mundstück mit einer Platincanüle angeschraubt werden kann; endlich eine Wasserstandröhre, eine mit messingnen Fassungen versehene Glasröhre *e*, welche oben und unten mit der Seitenwand des Behälters verschraubt ist.

Soll das Gasometer mit einem Gas gefüllt werden, so geschieht es also: man füllt es mit Wasser dadurch, dass man die Hähne bei *a* und *b* öffnet, das Rohr bei *c* verschließt, und Wasser in das obere Gefäß fällt. Ist das untere Gefäß völlig gefüllt, so verschließt man die Hähne, setzt das Gasometer auf eine hölzerne Wanne, über welche quer über ein Brett gelegt ist, öffne das Rohr *c*, und leitet das Gasleitungsrohr des Gasentbindungsapparats in das Rohr *c* hinein, so wird das Gas in

dem Behälter aufsteigen und das Wasser dafür in die untergestellte Wanne abfließen. (Weshalb das Wasser beim Oeffnen des Rohres *c* nicht alsbald ausläuft, lehrt die Physik; nothwendig muß aber dieses Rohr schräg herabwärts angesetzt sein.) Ist das Gefäß so weit gefüllt, daß das Wasser ungefähr in gleicher Höhe mit dem Rande der Oeffnung des Rohres *c* steht, so hört man mit der Gasentbindung auf, und schraubt die Oeffnung zu.

Will man das eingesperrte Gas zu Versuchen benutzen, z. B. damit Recipienten füllen, so verfährt man also: Man füllt dieselben mit Wasser und stellt sie mit ihrer Mündung auf die Oeffnung der Röhre *b* in dem obern mit Wasser gefüllten Gefäß, öffnet den Hahn *a* und *b*, so wird durch *b* das Gas in den Recipienten strömen, weil durch das Rohr *a* aus dem obern Gefäß Wasser in das untere herabsinkt; so füllt man Glocken, Cylinder etc. Nachdem der Hahn bei *b* verschlossen, hebt man die Recipienten, mittelst flacher Schüslein, in welche man sie mit Wasser gesperrt stellt, aus dem obern Gefäß heraus. Will man das Gas durch die feine Platinspitze ausströmen lassen, oder sonst anders, so öffnet man die Hähne *a* und *d*, dann bläst das Gas durch *d* aus, und zwar desto rascher, je größer der hydrostatische Druck ist, unter welchem dasselbe steht. Schraubt man also auf die Fallröhre *a* noch mehrere Röhren auf, die sich in einen Trichter endigen, und gießt nun in letztern Wasser, so kann die Druckhöhe gleich 8 bis 12 Fufs werden, wodurch die Dichtigkeit des Gases, folglich die Schnelligkeit der Ausströmung, sich vermehrt. — An der Wasserstandröhre *e* sieht man jeder Zeit wie viel Wasser schon im Gefäß sich befindet, wie viel Gas also noch vorhanden ist.

β) Das Kastengasometer ist nicht so bequem, als das *Pepys'sche*, erfordert etwas mehr Sorgfalt in der Behandlung, und ist umständlicher beim Gebrauch. In Fig. 4 Tafel II. ist ein solches abgebildet, man kann es jedoch auch, was die Anbringung der Gegengewichte betrifft, einfacher und wohlfeiler construiren. Es besteht aus einem lackirten, blechernen cylindrischen Gefäß *aa*, welches auf einem blechernen Fuß ruht; es hat einen hohlen Kern *bb* im Innern, um wenig Flüssigkeit zum Gebrauch nöthig zu haben (wie schon oben Seite 38 bei dem Quecksilbergasometer angegeben worden ist), durch welchen eine senkrechte Röhre aufsteigt, welche an der obern Fläche des Kerns bei *c* ausmündet. Der Zwischenraum zwischen den Gefäßwänden und dem Kern ist mit Wasser gefüllt, in welches ein anderes blechernes Gefäß *d* von gleicher Form wie *a*, aber von einem wenig kleinern Durchmesser als letzteres, eintaucht; es ist unten offen, oben mit einem horizontalen Deckel geschlossen. Zu beiden Seiten des Gefäßes *a* sind

hohle, unten offene, Ständer *ee*, die oben durch ein gekrümmtes Querstück mit einander verbunden sind. In denselben sind 4 Rollen angebracht, über welche zwei Schnuren geschlagen, die an kleinen Haken auf dem Deckel des Gefäßes *a* mit dem einen Ende befestigt, am andern aber Gewichte tragen, die in den beiden vertikalen hohlen Ständern sich auf und ab bewegen können. Auf dem Deckel des Gefäßes *d* ist eine Stange befestigt, welche durch eine Oeffnung in dem obern Querstück der Ständer hindurchgeht, und mit einer Skala versehen ist, um den kubischen Inhalt des im Gasometer enthaltenen Gases stets zu messen. Die senkrechte Röhre *c* steht unter dem Boden des Gefäßes *a* mit einer horizontalen in Zusammenhang, welche auf der einen Seite in ein Habustück endet, auf der andern aber in eine an der Seitenwand des Behälters aufsteigende einmündet, welche gleichfalls mit einem Hahn zu verschließen ist.

Soll dieses Gasometer gefüllt werden, so geschieht es also: Man schüttet Wasser in den Zwischenraum zwischen *a* und *b*, und drückt das Gefäß *d* so weit herunter, daß es unten aufsteht, während beide Hähne offen sind, wodurch alle im Behälter *d* enthaltne Luft ausströmen muß. Ist es ganz von Luft befreit, so wird ein Hahn (gleichgültig welcher) geschlossen, an den andern aber das Gasleitungsrohr luftdicht angefügt, während die beiden Gegengewichte das Gewicht des Gefäßes *d* ins Gleichgewicht setzen. Wenn nun das Gas durch die Röhre *c* einströmt, so hebt es den Kasten *d*, da dessen Gewicht durch die Gegengewichte ausgeglichen, und an dem Stand des Maßstabes *f* sieht man das Volum des angesammelten Gases. Ist die Anfüllung beendet, so wird der Hahn verschlossen, und das Gas ist abgesperrt. Will man vom Gase Gebrauch machen, so muß man auf den Deckel des Gefäßes *d* Gewichte aufsetzen, welche das Gas verdichten, und zu dem Ende der Röhre ausströmen machen, welches man geöffnet hat. Um Glocken etc. zu füllen, muß man eine pneumatische Wanne haben, und ein anzuschraubendes biegsames Rohr von Kupfer, Zinn, welches unter die Brücke der Wanne geleitet wird; dies ist umständlicher, als bei dem *Pepyschen* Gasometer.

Soll das Gasometer einfacher und wohlfeiler sein, wie *Watt* 1794 und später *Accum* ein solches angegeben haben, so lasse man den Kern weg, dann braucht man freilich mehr Wasser; zweitens nehme man statt der hohlen Ständer hölzerne Stiele, die an beiden Seiten des Gefäßes *a* in angelöthete Kapseln eingesteckt werden, und verbinde sie mit einem horizontalen Querholz. In der Mitte und an einem Ende des letztern bringt man Rollen an, und schlägt eine Schnur über beide, die man an drei Haken im Mittel des Gefäßdeckels *d* befestigt, und am

ndern Ende mit einer Wageschale versehen, um Gewichte hineinlegen zu können, die zur Ausgleichung des Gewichts des Kastens *d* dienen. Durch Striche, die man mit Firnis auf die Außenseite des Kastens *d* gezeichnet hat, kann man das Gasvolum, welches im Gasometer enthalten ist, leicht sichtbar machen. — Es muß endlich noch ausdrücklich erwähnt werden, daß mit diesem Gasometer nur ein geringer Druck aufs Gas ausgeübt werden kann, weil, wenn der Druck etwas stärker wird, das Wasser in dem Zwischenraum zwischen *a* und *b* so steigt, daß es über den Rand des Gefäßes *a* läuft. Dies kann beim *Pepyschen* Gasometer nie sich ereignen. — Ein Kastengasometer im größern Maßstabe ist das auf Tafel III. Fig. 1 dargestellte.

In Ermangelung der Gasometer kann man Gasarten auch in Flaschen auf kurze Zeit aufbewahren, man füllt sie mit Gas, aber so, daß 1 bis 2 Zoll hoch Wasser in der Flasche bleibt, pfropft sie unter Wasser mit Glaspfropfen und bewahrt sie umgekehrt auf. Will man, ohne Gasometer anzuwenden, ein Gas durch eine Löthrohrspitze ausströmen lassen, so bedient man sich dazu einer Tubulatglocke mit messingnen Tubulus, der innen konisch ausgeschmiegelt ist, und einer Blase mit einem Hahnstück versehen, welches gleichfalls vorn konisch gestaltet ist, und in den Ansatz der Tubulatglocke einpaßt, siehe Fig. 40 Tafel I. Man entleert die Blase von aller Luft, verschließt den Hahn und steckt das Hahnstück in die Tubulatur, füllt die Glocke mit Wasser und stellt sie auf die Brücke der Wanne, läßt in die Glocke Gas ein, öffnet dann den Hahn und senkt die Glocke in das Wasser der Wanne, so muß das Gas in die Blase eintreten, und sie anfüllen, worauf man den Hahn verschließt. Soll das Gas ausströmen, so steckt man eine Röhre auf das Hahnstück (siehe die Figur), welche eine feine Mündung hat, und drückt die Blase mit den Händen zusammen.

Soll Wasser, oder andere Flüssigkeiten, mit Gasen geschwängert, impregnirt werden, so geschieht dies entweder durch bloßes Hindurchleiten des Gases, oder man wendet einen *Woulfschen* Apparat an (siehe vorn Seite 32), oder auch einen Behälter mit Rührapparat, wie Fig. 19 Tafel II. einen solchen im größern Maßstabe für Chlor darstellt. Im einfachsten Fall leitet man Gas in eine mit Wasser gefüllte Flasche, und, nachdem sie sich zur Hälfte oder $\frac{2}{3}$ mit Gas gefüllt hat, schüttelt man dieselbe nach dem Verpfropfen.

5. Apparate, welche zu Gasversuchen außer den angeführten nothwendig gebraucht werden, sind:

a) Detonationsröhre, *Eudiomètre simple*, *Detonating jar*, siehe Fig. 26 Tafel I., aus starkem, wohl gekühltem Glas gefertigt, graduirt, oben mit einer metallnen, aufgekitteten Fassung, durch welche und das

Glas 2 Platindrähte luftdicht eingesetzt sind, die im Innern der Röhre einander sehr nahe gegenüber stehen. Man füllt diese Röhre mit den zu detonirenden Gasen und leitet den Funken einer geladenen elektrischen Flasche hindurch, indem man mit dem Knopf derselben den einen Draht berührt, während der andere durch eine Kette mit dem Erdboden in leitender Gemeinschaft steht. Wie man eine solche Röhre mittelst einer Zwinge an die Quecksilberwanne befestigen kann, zeigt Fig. 1 Tafel II.

b) Wasserbildungsapparat durch Detonation von Knallluft, Fig. 33 Tafel I., nach *Newman's Construction* aus starkem Glas mit einem Glaspfropfen oben, welcher durch einen mittelst Schrauben angedrückten Bügel festgehalten wird. Durch den Pfropfen gehen 2 Platindrähte hindurch. Das Instrument hat unten erst einen gläsernen Hahn, dann noch in der metallnen Fassung einen messingnen, und kann auf einen tellerförmigen Fuß, so wie auf eine Glocke Fig. 34 geschraubt werden. Soll Wasser gebildet werden, so wird in der Glocke das nöthige Gasgemeng bereitet, der Apparat auf den Teller einer Luftpumpe geschraubt und bei geöffneten Hähnen luftleer gepumpt, die Hähne geschlossen, derselbe auf die Glocke geschraubt und die Hähne sämtlich geöffnet, so füllt er sich mit Gas. Ist dies geschehen, so schließt man die letztern, schraubt den Apparat auf den tellerförmigen Fuß und leitet einen Flaschenfunken hindurch, welcher eine Detonation bedingt. Hierdurch wird der Apparat von selbst wieder ziemlich luftleer, so daß man denselben Versuch, ohne vorher mit der Luftpumpe zu entleeren, wiederholen kann.

c) Eudiometer. Das auf Tafel I. Fig. 28 dargestellte ist das verbesserte *Voltasche* Eudiometer nebst Mefsröhre und Maßgläschen, Fig. 41; es wird hauptsächlich zur Untersuchung der atmosphärischen Luft angewendet. Es besteht aus einer starken cylindrischen Glasröhre, welche oben und unten mit einer messingnen Fassung versehen ist, an welche Hahnstücke und messingne Trichter geschraubt sind. Von der einen messingnen Fassung nach der andern geht ein Streifen Messing, auf welchem eine Eintheilung in Zolle und Linien gerissen ist. In der obern Fassung geht ein Messingdraht durch eine Glasröhre isolirt bis ins Innere des Glascyinders hindurch, und biegt sich nach dem messingnen Hahnstück hinauf, so daß er vom Metall etwa $\frac{1}{2}$ Linie absteht; auswendig endigt er sich in ein Knöpfchen. Auf die Oeffnung des obern Hahnstücks, wo es sich in den Trichter erweitert, kann eine graduirte gläserne Mefsröhre, die unten eine messingne Fassung hat, aufgesteckt oder geschraubt werden. Das Maßgläschen Fig. 41 ist mit einer messingnen Fassung, die sich trichterartig erweitert, und mit einem

messingnen Schieber versehen, welcher eine runde Oeffnung hat. Der Inhalt dieses Maßgläschens, wenn es mit dem Schieber verschlossen ist, muß zur Eintheilung der Meßröhre in einem solchen Verhältniß stehen, daß z. B. der Raum des erstern in letzter in 10 oder 20 Theile getheilt ist.

Man füllt den Apparat mit destillirtem Wasser, stellt ihn auf die Brücke der pneumatischen Wanne, verschließt den obern, öffnet den untern Hahn, und füllt das zu prüfende Gas, welches erst in dem Maßgläschen abgemessen worden, in denselben. Das Abmessen geschieht also: man füllt das Maßgläschen mit Wasser, läßt das Gas ein, verschließt dasselbe mit dem Schieber, bringt es mit der Mündung nach oben unter den untern Trichter, öffnet den Schieber und läßt es einströmen; so macht man es auch mit dem andern Gas, welches mit hinzugesetzt wird, um eine Detonation zu bedingen. Darauf läßt man einen Funken von einer geladenen elektrischen Flasche durch den isolirten Draht schlagen, durch welchen das entzündliche Gasmeng entzündet wird, und sich zu Wasser (etc.) umbildet, wodurch eine Raumeverminderung, also Aufsteigen von Wasser, stattfindet. Hat dies statt gefunden, so leitet man den Ueberrest der Gase in die oben in den mit Wasser gefüllten Trichter aufgesteckte, vorher mit Wasser gefüllte, Meßröhre, indem man das ganze Instrument ins Wasser taucht, und dann den obern Hahn öffnet, worauf das Gas in dieselbe aufsteigt, während das Wasser herabsinkt. Man kann dann leicht die Menge des übriggebliebenen Gases in Theilen des Volums des Maßgläschens ablesen, wenn man das Maßrohr abschraubt und gehörig in Wasser eintaucht, wie bereits oben Seite 39 gelehrt worden ist.

VII. Apparate zum Erhitzen chemischer Geräthschaften.

1) Lampen und Lampenöfen, *fourneaux-lampes, lampes*. Man bedient sich der Spirituslampen vorzugsweise, weil sie nicht übel riechen, nicht blaken, und stärkere Hitze entwickeln, als gewöhnliche Oellampen, und nicht so leicht verunreinigen. Eine gläserne Spirituslampe mit gläserner Kappe zum dichten Verschluss, wenn dieselbe nicht gebraucht wird, und der Spiritus nicht verdunsten soll, ist in Fig. 3 Tafel I. abgebildet. Ist aber eine stärkere Hitze nöthig, so wendet man eine nach *Argand*'schem Princip construirte Spirituslampe, d. h. mit einem doppelten Luftzug und ringförmigen Docht, an. Da Oellampen von dieser Construction allgemein verbreitet sind, so ist eine genaue Beschreibung der allgemeinsten Anordnung der Theile nicht nöthig, nur soll von den hauptsächlichsten Abweichungen von gewöhnlichen *Argand*'schen Oellampen die Rede sein.

Der ringförmige Spiritusbehälter steht mit einem Querbehälter in Verbindung, der mit dem Raum, in welchem der Docht sich auf und ab schieben läßt, communicirt. Der ringförmige Behälter bietet aber keinen zusammenhängenden Raum dar, sondern ist durch den Querbehälter so getrennt, daß der Spiritus aus erstem in den letztern nur durch ein schräg abwärts steigendes Rohr eindringen kann. Dadurch wird verhindert, daß beim Anzünden der Lampe eine Explosion entsteht, welche bei der gewöhnlichen Einrichtung der Glühlampen erfolgt, weil der Alkoholdampf mit atmosphärischer Luft gemengt eine Art Knallluft erzeugt, wodurch der Stüpsel des Röhrchens, durch welches der Alkohol eingegossen wird, herausgeworfen, und Spiritus brennend umhergeschleudert wird. Ist aber die Verbindung des Ringbehälters mit dem Docht bloß durch das Rohr bedingt, so kann sich eine solche Entzündung des Alkoholdampfes nicht in den Ringbehälter erstrecken. — Weil es, um eine starke Hitze hervorzubringen, nothwendig ist, daß der Spiritusstand in der Lampe stets eine gleiche Höhe habe, so ist in den ringförmigen Behälter eine kleine Glasplatte eingesetzt, um den Stand des Spiritus nachsehen zu können. Das Auf- und Abbewegen des Dochtes geschieht durch eine Zahnstange und Getriebe. Man setzt einen Schornstein von dünnem Eisenblech auf. — Die Lampe wird an einen verschiebbaren Querarm eines messingnen Trägers angeschoben, welcher letztere auf einem hölzernen Fuß eingeschraubt ist, wie Fig. 5 und 31 Tafel I. zeigen, und, mit Weglassung der Lampen, in den Figuren 7, 8 und 30 dargestellt ist.

Das Lampengestell ist theils möglichst dünn gearbeitet, wenn es dazu dienen soll, Glühungs- und Schmelzungsversuche mittelst der Lampe anzustellen, wo nur kleine Belastungen durch kleine Platintiegel und unbedeutende Gewichte zu schmelzender Substanzen angewendet werden, oder stärkere, wenn man auf die Ringe des Lampengestells Kolben, Retorten einlegen will, und geringere Hitzegrade gebraucht. Soll mittelst der Glühlampe ein möglichst hoher Hitzegrad erreicht werden, so muß der metallne Träger sammt den Seitenarmen für die Lampe und zum Einsetzen des Tiegels, wie Fig. 31 Tafel I. zeigt, dünn sein, um möglichst wenig Wärme durch die wärmeleitende Kraft des Metalls zu verlieren. Den Tiegel hängt man nicht unmittelbar in den aus dünnem Blech gefertigten Ring des Querarms ein, wie in der Figur gezeichnet ist, sondern man legt ein aus Eisendraht geflochtenes Dreieck auf den Ring, oder zieht den Draht durch drei Oeffnungen des Ringes, so daß dadurch ein dreieckiger Raum begränzt wird, in welchen man das Tiegelchen einhängt. Zur Erzeugung einer möglichst starken Hitze muß auch die Lampe nach bestimmten Dimensionen gearbeitet sein, und ein

gleich hoher Spiritusstand erhalten werden. Zum bequemen Abnehmen eines Tiegels dient die gebogene kleine Zange Fig. 36 Tafel I., oder eine lange Pincette.

Zum anderweitigen Gebrauch, wo Kolben, Retorten erhitzt werden sollen, muß der Träger stärker, und verschiedene mit grössern und kleinern Ringen versehene Querarme vorhanden sein — Ringapparat —, um Geräthe von verschiedenen Dimensionen aufnehmen zu können. Man stellt die Glasgefässe theils unmittelbar auf die Ringe, und erhitzt sie durch das Lampenfeuer, oder sie werden in kleine, aus dünnem Eisenblech gefertigte, flache Schälchen, die mit feinem gesiebten Sand angefüllt sind, gesetzt, damit sie nicht unmittelbar von der Flamme berührt werden, wie die Fig. 7, 8, 30 Tafel I. zeigen. Retorten pflegt man in Retortenhalter (Fig. 4 Tafel I.) einzuklemmen, und so über die Lampenflamme zu bringen, wie auch Fig. 5 derselben Tafel zeigt.

Die Oefen kann man in Oefen mit Luftzug, Windöfen, *Fourneaux à vent, à reverbère, air or wind furnaces*, und in Gebläseöfen, *Fourneaux à soufflet, blast furnaces* eintheilen. Zu erstern gehören:

2) Tragbare Oefen, *fourneaux portatifs, portable air furnaces*. Man hat auf mancherlei Weise tragbare Oefen zu chemischen Zwecken eingerichtet, um Schmelzungen, Destillationen, Sublimationen etc. verrichten zu können. Eine Art solcher Oefen wird aus Reissbleitiegeln gefertigt, wie Fig. 25 Tafel I. zeigt. Ein solcher Tiegel wird mit einem Rost versehen, mit einer Oeffnung über und unter demselben, die mit eisernen, mit Thon und Lehm beschlagenen, Thüren geschlossen werden. Will man denselben zum Abdampfen brauchen, so legt man ein eisernes Dreieck auf den Rand des Ofens und stellt auf dieses die Abdampfschale, oder man nimmt eine Scheibe Eisenblech, in welche 2 oder 3 kleine Oeffnungen geschnitten sind, um Schälchen aufzustellen. Will man Schmelzen, so wird auf den Rost ein aus feuerfestem Thon gefertigter Untersetzer, *fromage, tourte, crucible stand*, für den Tiegel gelegt, auf diesen der Tiegel gestellt, und auf den Tiegelofen ein zweiter grosser Tiegel, der an seiner Mündung mit einem eisernen Ring mit breitem Rand, und im Boden mit einem 3 Fufs langen eisernen Rohr versehen ist, — Kuppel, *dôme* — so aufgestellt, daß derselbe mit seiner breiten Oeffnung auf dem untern aufsteht, — Kuppelofen —. Um diese Tiegel heben zu können, sind eiserne Bänder mit Handhaben umgelegt, oder an letztern am Rohr eiserne Haken angenietet. — (Grosse Hitze kann man so allerdings nicht hervorbringen, weil das Rohr zu kurz, und die Wärme nicht genug zusammengehalten ist.) Soll über freiem Feuer destillirt werden, so hat man einen Tiegelofen, welcher einen Ausschnitt für den Hals der Retorte hat, die man, ist es eine

irdne, auf einen irdnen Untersatz stellt, oder wenn es eine gläserne ist, in einen aus Eisendraht geflochtenen Korb hängt, welcher an dem Rand des Ofens befestigt ist.

Zu einer Destillation, oder Sublimation, Gasentwicklung, wo mäßige Wärme nöthig, und das Gefäß mit der Flamme nicht in Berührung kommen soll, bedient man sich aus starkem Eisenblech gefertigter Sandkapellen, die man von dem Ofen mittelst 2 Handhasen abnehmen kann, in welche die Kolben, Retorten eingelegt werden, wie Fig. 25 zeigt. Um Zug zu bedingen, sind im ebenen Theil der blechernen Kapelle 3 Oeffnungen angebracht, welche mit Schiebern (Registern) *registres, dampers*, verschließbar sind. Man kann auch ein Sandbad auf einen solchen tragbaren Ofen einrichten, wenn man einen runden Kasten aus Eisenblech fertigen läßt, welcher auf den Ofen nicht unmittelbar aufsteht, sondern mit 3 sehr niedrigen Füßen auf dem Rand aufliegt, um den Luftzug nicht unmöglich zu machen.

Außerdem fertigt man auch tragbare Öfen aus Chamottmasse (feuerfesten Thon, aus welchem die Kapseln für die Porzellan- und Steingutfabriken gemacht werden) von jeder beliebigen Form, wie solche besonders in Frankreich sehr beliebt sind. (Man sehe *Thénard Traité de Chimie, Dumas Traité de Chimie* u. a. m.) Oder man fertigt tragbare Öfen von starkem Eisenblech, mit 3 Beinen, und beschlägt sie inwendig mit Chamottmasse, damit die Wärme zusammengehalten werde, und das Eisen nicht durchbrenne; diese kann man ebenfalls zu allen Zwecken vorrichten.

Röhrenöfen sind Öfen, welche construirt sind, um Röhren von Porzellan oder Eisen (Flintenläufe) durch dieselben ins Glühen zu bringen. Ein solcher ist Fig. 29 Tafel I. abgebildet; er ist länglich viereckig, von Eisenblech mit Chamottthon ausgeschlagen, hat ungefähr in der Mitte seiner Höhe einen Rost, unter demselben einen Aschenfall mit Thür. Man stellt auf denselben einen pyramidalisch zulaufenden, in ein Rohr sich endigenden Deckel, der ebenfalls mit Thon ausgeschlagen und mit einer Thür zum Nachlegen von Kohlen versehen ist. Will man dünne Röhren einlegen, für welche die kreisförmigen Ausschnitte in den beiden schmalen Seitenwänden zu weit sind, so steckt man aus Eisenblech gefertigte Futter ein, welche konisch geformt sind und engere Mündungen haben. Alles übrige wird aus der Zeichnung deutlich.

Black's Universalöfen von verbesserter Construction nach Knight, zu allen möglichen chemischen Arbeiten anwendbar, ist auf Tafel II Fig. 13, die dazu gehörigen Theile in Fig. 14, 15, 16 abgebildet. Er ist auf Holzkohlen-, Steinkohlen und Coaksfeuerung eingerichtet, aus starkem Eisenblech länglich eiförmig construirt, so daß seine

seiner Länge größer, als seine Breite, erstere beträgt $16\frac{1}{2}$ Zoll, letztere $14\frac{1}{2}$ Zoll, die Höhe 22 Zoll preuß. Er enthält einen cylindrischen Feuerraum, *fire-place* von $9\frac{1}{2}$ Zoll im Lichten, der von Blech gefertigt mit innerstem Thon beschlagen ist, und oben in eine ovale Rauchröhre, deren Längsaxe $7\frac{1}{2}$, die Queraxe $4\frac{1}{2}$ Zoll beträgt, durch einen gleichfalls ausgeschlagenen Fuchs von 5 Zoll Breite und $2\frac{1}{2}$ Zoll Höhe mündet. Der Feuerraum hat von oben bis zum Rost $14\frac{1}{2}$ Zoll Tiefe, überall gleiche Weite, der Aschenfall *ash-pit* und Aschenbehälter nimmt aber die ganze Tiefe des Ofens ein und hat eine Höhe von 7 Zoll. An der vordern Seite befinden sich 3 Oeffnungen, von denen die oberste dient, um eine Muffel einzusetzen, (von dieser und dem Gebrauch derselben s. gleich mehr), oder auch wohl, wenn dies nicht geschieht, um Brennmaterialien zuzubringen, zu welchem Zweck eigentlich die zweite Oeffnung bestimmt ist; die dritte dient die Luft eintreten zu lassen, den Zug zu reguliren, und die Asche anzuziehen. Die beiden obern Oeffnungen sind oben rund ausgeschnitten, man kann sie durch mit feuerfestem Thon beschlagene eiserne Thüren schließen. An beiden Seitenenden sind runde Löcher zu sehen, die dazu dienen, Röhren hindurchzusetzen, wenn man dieselben glühend machen will; sonst sind sie mit Thonstöpfeln und Thürcchen verschlossen. Auf die Mündung des runden Feuerraums kann man eine Sandkapelle Fig. 15 aufsetzen, wenn man Erben einlegen will; ein flaches Sandbad von Eisenblech, um zu digeriren, zu trocknen, abzdampfen; einen gusseisernen Deckel Fig. 16, welcher in der Mitte eine Oeffnung hat, die man mit einem Thonstöpfel verschließen kann, wenn man schmelzen, und endlich verschiedne eiserne Ringe Fig. 14, die in einander greifen, wenn man Schüsseln zum Abdampfen über freiem Feuer aufsetzen will.

Am bequemsten stellt man einen solchen Universalofen auf einen niedrigen Unterbau von Ziegeln, an einen Schornstein so an, daß das kleine Rauchrohr in letztern einmündet. Soll er aber zum Transportiren eingerichtet sein, so muß er mit 3 Rollen versehen werden. Dieser Ofen, welcher in England sehr gebräuchlich ist, verdient auch in jeder Beziehung sehr empfohlen zu werden.

Muffelofen, Probirofen, *Fourneau à coupelle*, *assay-furnace*, wird theils aus Eisenblech oder Gusseisen gefertigt, und mit feuerfestem Thon ausgeschlagen, theils aus Chamottthon. Fig. 5 Tafel II. stellt einen solchen in der Vorder- und Fig. 6 in der Seitenansicht im Durchschnitt dar; er steht auf einem gemauerten Aschenfall, ist viereckig, nach oben in eine pyramidale Kuppel auslaufend; die Haube mit dem Rauchrohr ist abzukehen, weshalb Handhaben an letzteres angebracht sind. Der Rost liegt auf gleicher Ebne mit dem Mauerwerk, auf welchem

der Ofen aufgestellt ist. Die über dem Rost angebrachten Oeffnungen vorn und zu beiden Seiten, mit Schiebern verschließbar, dienen den Zug zu reguliren. Auf quer durch den Ofen von vorn nach hinten gehenden Eisenstäben ruht die Muffel, *moufle, muffle*, ein entweder aus Gufseisen, oder (hessischer) Tiegelmasse gefertigtes Gefäß, welches in Fig. 7 besonders gezeichnet ist; man hat zu bestimmten Zwecken Muffeln mit und ohne Seitenöffnungen, wie aus der Zeichnung in Fig. 6 und 7 hervorgeht. Die Muffeln müssen vorn durch 2 Schieber verschlossen werden können, so wie auch zwei eiserne Träger vor der Mündung angebracht sind, um auf dieselben ein Stück Blech zu legen, auf welches, wenn man Proben aus der Muffel zieht, diese gelegt werden können. An dem pyramidalen Theil des Ofens, der Kuppel, sind ebenfalls drei Register mit Schiebern, um dadurch den Zug modificiren zu können. Man gebraucht den Probirofen um theils Silberproben zu machen, theils andere Prüfungen, durch Oxydation, Verflüchtigung. Zu dem Ende bringt man die zu bearbeitenden Materialien in Röstscherbren, Testen, *têt*, oder in Kapellen, *coupelles, cupel* in die Muffel; erstere sind flache, aus feuerfestem Thon gefertigte, runde Schälchen, oder becherartig, oder birnförmig gestaltete Gefäße, dann nennt man sie Probirtuten; letztere, die Kapellen, Fig. 8, sind flache, aus Knochenasche gemengt mit gesiebter Holzasche mittelst einer eignen Form gepresste Schälchen, deren man sich ganz besonders zum Feinbrennen, Kupelliren, Abtreiben des Bleies und Kupfers vom Silber bedient. Man verfertigt die Kapellen mittelst des Möncchs und der Nounne, letztere ist eine aus Messing gedrehte cylindrische Form, oben und unten offen, man stellt sie auf einen Tisch, füllt sie mit obigem Gemeng, welches ein wenig angefeuchtet worden ist, und drückt den Mönch hinein, einen messingnen Stempel, mit einer halbkugelförmigen Endigung, mittelst welcher die schüsselförmige Grube hervorgebracht wird. Einige Schläge mit einem hölzernen Hammer geben der zu fertigenden Kapelle die nöthige Festigkeit.

3) Tiegelöfen, *fourneau de fusion, wind furnace, melting or founders furnace*. Sie sind auch für chemische Laboratorien sehr nützlich, so wie für Gießereien und Gufstahlfabriken unentbehrlich; siehe Fig. 9 Tafel II. Der Feuerraum ist cylindrisch, der Durchmesser wenigstens 8 Zoll im Lichten, aus mehreren Kreissegmenten von Chamottmasse, $2\frac{1}{4}$ Zoll dick, gebildet; er hat 18 Zoll Tiefe bis zu den Roststäben, einen Aschenfall, *cendrier, ash pit* von einigen Fuß Tiefe, am besten bis in einen unter dem Laboratorio befindlichen Kellerraum verlängert, weil dann der Zug, aus bekannten physikalischen Gründen, sehr stark ist. Unter der Mündung des Feuerraums, welcher mit einer

Masse von Chamottthon bedeckt wird, geht ein Fuchs, *the vent*, *fue* nach dem Rauchrohr, welches aus Mauerwerk, mit einem Schieber versehen, in einen Schornstein einmündet; der Fuchs ist gleichfalls aus Chamottsteinen construiert, $2\frac{1}{2}$ Zoll hoch und $5\frac{1}{2}$ Zoll breit. Nicht selten ist die Mündung des Feuerraums oben zugeschrägt, und mit einem eisernen Deckel, welcher mit feuerfestem Thon ausgefüttert ist, bedeckt, diesen kann man, da er sich um eine Axe drehen läßt, mittelst einer Kette und eisernen Rolle aufziehen. Bei Gießereien liegen die Mündungen der Tiegelöfen meistens im Niveau der Hüttensohle, wie dies auch bei den Messingwerken der Fall ist. Einen Tiegelofen kann man auch sehr leicht zum Muffelofen gleichzeitig gebrauchen (vergleiche damit *Black's Universalofen*), so wie zu andern Operationen, wo nicht selten schnelle Verminderung der Hitze nöthig ist; dies kann dadurch hervorgebracht werden, daß man den Rost um eine Angel drehbar macht (dann muß aber der Feuerraum quadratisch und nicht cylindrisch sein), so daß er sich durch Wegziehen eines eisernen Trägers umklappen läßt, worauf alle Kohlen in den Aschenfall fallen, was man auch sonst durchs Wegziehen einiger Roststäbe, vom Aschenfall erreichen kann.

4. Schmelzöfen mit Gebläse, *fourneau à courant d'air forcé*, *haut fourneau*. Nach dem bekannten *Brolingschen* Ofen ist der auf *Tafel II. Fig. 12.* gezeichnete Schmelzofen von *Berzelius* angegeben worden; er besteht aus zweien Cylindern aus Eisenblech, die in einander gefügt sind, daß sie überall gleich weit abstehen. Der Durchmesser des äußern weitem beträgt 20 Zoll, die Höhe 18 Zoll, der Durchmesser des innern 12 Zoll, die Höhe 14 Zoll, daher der Abstand auf beider entgegengesetzten Punkten des Durchmessers 4 Zoll; beide sind luftdicht durch einen blechernen Kranz verbunden. Der innere Cylinder ist ringsherum und auf dem Boden mit einer 2 Zoll starken Masse von Chamottthon ausgeschlagen; $6\frac{1}{2}$ Zoll über dem eisernen Boden des innern Cylinders sind in demselben 8 Löcher in der Kreisperipherie, die einander gleich weit abstehend, im Blech und dem Chamottbeschlag angebracht, durch welche die im Zwischenraum zwischen beiden Cylindern sich befindende, durch eine am Boden angesetzte Röhre mittelst des Blasebalgs zugeführte, Luft in den Schmelzraum eindringt. Man stellt auf einen gehörig hohen Untersetzer aus Chamottmasse den Tiegel oder mehrere kleine Tiegel, füllt den Feuerraum mit glimmenden Kohlen oder Coaks von gleicher Größe, z. B. von 1 Kubikzoll, die mittelst grober Drahtsiebe von den kleinern und größern Kohlen trennt. Nach Versuchen kann man in einem Schmelzofen nach

obigen Dimensionen construirt, in 20 Minuten $\frac{1}{2}$ Pfund Feldspath schmelzen, so wie Eisen leicht in Flufs bringen.

Zu jedem Schmelzofen gebraucht man Zangen; die einfachsten sind die geraden mit Handgriffen, *fer à moustache*, ganz ähnlich den Brenneisen der Friseur gestaltet, oder die unter einem rechten Winkel gebognen, wie Fig. 10, *pince à creuset*, oder die geraden, mit langen Stielen, und gebognen Klauen, wie Fig. 11 Tafel II. zeigt.

5) Flammöfen, *Fourneaux à reverbère*, werden auch wohl zu chemischen Arbeiten in Laboratorien gebraucht, um größere Quantitäten, als in gewöhnlichen Tiegelöfen geschehen kann, zu rösten, zu schmelzen, zu reducirn. Je nach dem verschiednen Zweck, den man durch das Feuer im Ofen erreichen will, müssen der Heerd, das Gewölbe, der Schmelzraum verschiedene Dimensionen erhalten, wovon unter „Einleitung zu den Metallen“ das Nähere folgen wird.

6) Kesselfeuerungen, sind Feuerungen mit Rosten auf Torf am wohlfeilsten eingerichtet, mit einer gußeisernen Deckplatte, in welcher weite, runde Oeffnungen ausgeschnitten sind, um Kessel aufsetzen zu können; der Zug geht durch Fischee, die man einzeln durch Schieber muß absperren können, in den nahen Schornstein. Um auch kleinere Kessel auf dieselbe Oeffnung setzen zu können, ist ein Satz gußeiserner Ringe nöthig, siehe Fig. 14 Tafel II., mittelst welcher beliebig die letztere verengert werden kann. — 7) Blasenfeuerungen, für Destillirblasen, auf Torf-, Holz- oder Kohlenfeuerung angelegt.

8) Kapellenöfen, Rostfeuerungen auf Torfheizung erbaut, mit einer gußeisernen halbkuglichen Kapelle, in welcher ein Ausschnitt für den Hals der Retorte angebracht sein muß. Die Kapelle wird so eingesetzt, daß sie mit ihrem flachen umgebognen Rand auf dem Gemäuer aufliegt, von allen Seiten vom Feuer umspült wird. Die Retorte muß von dem Boden 1 Zoll, von den Wänden der Kapelle etwa 2 bis 4 Linien abstehen, welcher Raum mit feinen, gesiebten, trocknen Sand angefüllt wird; der Hals muß durch den Ausschnitt der Kapelle und der Umfassungsmauer schräg herabsteigen, aber seitwärts von der Heitzthür. Zum Anbringen einer Vorlage muß ein Vorbau aus Werkstücken angebaut werden, auf welchem diese ruht, und zum Abflufs des Condensationswassers, welches während der Destillation stets aufgetropfelt wird, eingerichtet sein, zu welchem Ende man die Oberfläche des Vorbaues nach der Mitte zu trichterartig vertieft, und das sich ansammelnde Wasser durch ein abfallendes Rohr abführt.

9) Galeerenöfen nennt man einen langen Zugofen, in welchem zwei Reihen Destillirgefäße zu beiden Seiten eingelegt werden; am einen Ende befindet sich die Heitzöffnung und der Aschenfall, am andern

Ende der Schornstein; es mögen nun die Retorten in Kapellen lagern, wie auf Tafel IV. Fig. 11 und 12, oder dem freien Feuer ausgesetzt werden, wie die irdnen Kolben bei der Destillation des Vitriolöls, wie Fig. 1, 2, 10 derselben Tafel zeigt. Das Nähere ergibt sich aus der Anschauung der Zeichnungen, deren Beschreibung später vorkommen wird.

10) Sandbadöfen, Digestorium, *fourneau à bain de sable*, *furnace for the sand-bath*, eine Rostfeuerung, welche einen gusseisernen, mit feinem, gesiehten Sand gefüllten Kasten heizt, in welchem man Abdampfschalen, Kolben aufstellt, siehe z. B. Fig. 20 Tafel II., wo zur Entwicklung von Chlorgas Entbindungsgläser in einem Sandbad stehen. 11) Trockenöfen, *étuve*, werden meist nach dem Princip unserer Stubenöfen, nur bedeutend grösser, aus Kacheln mit hin und her gehenden Zügen erbaut, so daß zwischen den einzelnen Zügen mit blechernen Thüren verschließbare Räume gebildet werden, in denen man die zu trocknenden Gegenstände, chemischen Präparate, Niederschläge, Pflanzen- und Thierstoffe ausbreiten kann. Oder man heizt Kammern mit heisser Luft, und bringt in denselben Gerüste an, auf hölzernen Rahmen, die mit Flechtwerk ausgefüllt sind, in verschiedenen Höhen die zu trocknenden Gegenstände der warmen Luft aussetzen. Dann muß aber auch ein verschließbarer Kanal in der Decke eingebracht sein, um die mit Wasserdampf gesättigte warme Luft abzulassen. Man hat auch kleine Trockenapparate, die mit einer Argand'schen Lampe geheizt werden, *étuve à quinquet*, oder mittelst Dampf, *étuve à vapeur*. — Es läßt sich auch eine und dieselbe Feuerung zum Heizen eines Sandbades und eines Trockenraums zugleich benutzen.

Als Brennmaterial wendet man, wie schon öfters erwähnt worden ist, sowohl Torf, Holz- und Steinkohlen, Coaks an, letztere von möglichst wenig Aschengehalt. Sehr wichtig ist es, daß alle Kohlen eine gleiche Größe besitzen, um einen möglichst hohen Hitzegrad hervorzubringen, zu welchem Endzweck man dieselben zerschlägt, und durch Drahtsiebe fallen läßt, von denen eins die zu kleinen, das andere die hinlänglich großen durchfallen läßt, während die zu großen zurückbleiben. — Sehr oft gebraucht man einen Blasebalg, theils um einen Schmelzofen Luft einzublasen, theils auch um Feuer schnell anzufachen; zu dem Zweck hat man einen großen Schmiedebalsebalg, der von der Construction der Orgelbälge, auch kleine Handbälge, deren Einrichtung theils zu bekannt ist, als daß sie hier noch besonders beschrieben zu werden verdiente, theils in dem Vortrag über Physik erwähnt worden ist. Um einen möglichst gleichförmigen Strom dichter Luft durch Bälge hervorzubringen, müssen dieselben aus zweien einfachen zusammengesetzt sein, wie dies auch bei dem Schmiede- und Or-

gelblasebalg der Fall ist; auf Hüttenwerken gebraucht man theils einfache hölzerne Bälge, theils Kasten-gebläse, eiserne Cylinder-gebläse, Wassertrummeln.

12) Endlich reiht sich an die Apparate, um Hitze zu chemischen Zwecken zu erzeugen, auch noch das Löthrohr, *chalumeau*, *blow-pipe*, an. Es giebt verschiedene Gestalten, unter welchen man das Löthrohr dargestellt hat, diese findet man in *Berselius's* Werk über das Löthrohr, zweite Auflage, Nürnberg 1828 genau beschrieben und abgebildet; hier wird nur von einer Art die Rede sein, welche auf Tafel I. Fig. 16. dargestellt ist. Es besteht aus einem konisch sich verengenden Rohr, von etwa 6 bis 8 Zoll Länge, einem kleinen cylindrischen Luftbehälter, in welchem ersteres sich einmündet, und der Ausblasespitze, durch welche die im Behälter angesammelte Luft ausströmt. Man verfertigt die Löthrohre aus Messing, auch wohl aus Silber, und setzt auf die Ausblaseröhrchen kleine Platinspitzen auf, welche lange brauchbar bleiben, während messingne Spitzen abbrennen, und die Mündungen der Röhrchen durch den Gebrauch sich erweitern. Man muß zwei Spitzen haben, eine mit einer größern, eine zweite mit einer kleinern Oeffnung, um dadurch den Luftstrom reguliren zu können, wie es zu verschiedenen Zwecken nöthig ist. Das Löthrohr ist jetzt ein ganz unentbehrliches Instrument in der Hand des Chemikers, um im Kleinen bedeutende Hitzegrade hervorzubringen, um Körper auf ihr Verhalten in der Hitze zu prüfen, beim Zusammenbringen mit verschiedenen Flusmitteln, um sie zu oxydiren und zu desoxydiren, welches davon abhängt, in welchen Theil der durchs Löthrohr angeblasnen Flamme man den Körper hält, und welche Oeffnung der Löthrohrspitzen man anwendet. Die Flammen, deren man sich zu Löthrohrversuchen bedient, sind theils Oelflammen, wozu Baumöl vorzüglicher anwendbar, als Rüböl, auch Spiritusflammen, wenn Glaskölbchen, Röhren erhitzt werden sollen, weil die Spiritusflammen keinen Ruß ansetzen; sie geben aber nicht die Hitze, wie Oelflammen. Zu einem vollständigen Löthrohrapparat gehören vielerlei kleinere Apparate, welche aufgezählt, beschrieben und abgebildet in dem angeführten Werk von *Berzelius* zu finden sind.

Statt des Löthrohrs kann man auch künstliche Gebläse, wie das *Pepys'sche* oder *Watt'sche* Gasometer gebrauchen, welche man theils mit atmosphärischer Luft, theils mit Sauerstoffgas füllt; hier reiht sich auch das Knallgasgebläse an, von welchem beim Artikel „Wasserstoff“ das Nähere.

VIII. Anderweitige Apparate, Vorrichtungen zu chemischen Versuchen, die in den vorigen Rubriken keinen Platz gefunden.

1) Hölzerne Träger, *supports, stands*, mit hoch und niedrig zu stellenden runden Holzplatten, wie in Fig. 8 Tafel I. ein solcher gezeichnet ist; sie müssen verschiedene Höhen haben, auch Teller, welche schüsselförmig vertieft sind. 2) Hölzerne Stative, um kleine Reagenzgläser, *test glasses*, aufzustellen; sie sind auf 2 oder 3 Reihen Gläser eingerichtet, welche übereinander terrassenartig aufgestellt werden, so daß die stärkern unten, und die dünnern oben stehen. Die Reagenzgläser werden aus Glasröhren geblasen, sie haben 4 bis 6 Zoll Länge, 3 bis 6 Linien im Durchmesser; man stellt in ihnen kleine Präcipitationsversuche, chemische Untersuchungen im Kleinen, bequem an, kann auch über der Spirituslampe Flüssigkeiten in ihnen kochend machen, da sie aus dünnem Glas gefertigt sind.

3) Kleinere und größere Cylindergläser, Weingläser mit gebognem Rand, Glasplatten und Uhrgläser zum Bedecken derselben; Glasröhren von verschiedenem Durchmesser und Stärke, gerade und verschieden gebogen; Porzellanröhren, Flintenläufe; Glasstäbe, dünnere und stärkere, von verschiedenem Caliber, an den Enden theils vor der Glasbläserlampe gerundet, theils mit einer Feile von dem scharfen Rand befreit.

4) Da das Biegen von Röhren, Anfertigen von kleinen Külbchen, Retörtchen etc. sehr oft vorkommt, so muß zu diesem Behuf entweder ein Glasblasetisch, wie ihn die Glaskünstler haben, mit gutem Blasbalg, der mit dem Fuß bewegt wird, und Oellampe, *lampe d'émailleur, glass blower's lamp*, im Laboratorio aufgestellt sein, oder man bedient sich dazu einer mit Weingeist gefüllten Aeolipila, deren Dämpfe durch eine Flamme entzündet, Hitze genug entwickeln, um Glas zu biegen und zu schmelzen. Zu demselben Zweck dient auch die Glühlampe.

[Ueber chemische Apparate siehe *Thénard, Traité de chimie Tome 5 Description des appareils*. Deutsche Uebersetzung von Fechner (1828). *Gray, Traité pratique de chimie Tome I*. Deutsche Uebersetzung (1829). *Dictionnaire technologique* Artikel „Appareil, Fourneaux, Laboratoire.“ — Das Laboratorium, eine Sammlung von Abbildungen und Beschreibungen der Apparate zum Behuf der Chemie. Weimar.]

Die mehresten hier genannten Glasapparate, so wie sämmtliche physikalisch-meteorologische Instrumente sind stets vorrätbig und werden

in allen Gattungen auf Bestellung angefertigt von J. G. Greiner jun. in Berlin, Friedrichsgracht No. 49.

Auch findet man in der Handlung chemischer und pharmaceutischer Geräthschaften von I. F. Luhme & Comp., Kurstraße Nr. 45, alle Apparate vorrätzig, vom kleinsten bis zum größten, welche zu chemischen Versuchen nöthig sind; man kann auch vollständige Reagentiensammlungen daselbst erhalten.

IX. Angabe einiger Kitte, Beschläge.

Zu vielen chemischen Arbeiten, theils um Apparate mit einander luftdicht zu verbinden, theils Geräthe vor der unmittelbaren Einwirkung der Flamme zu schützen, sind Kitte, Beschläge, *luts infusibles, fire lutes*, nöthig von denen hier einige Angaben folgen.

1) Zum Verkleben von Fugen dienen folgende Massen:

Mehlekleister, oder Stärkekleister, *lut ordinaire*, welchem man noch etwas Leimauflösung zusetzt. Man streicht diesen Kleister auf Papierstreifen, und legt diese bei Destillationen um die Fugen, welche dadurch, wenn nicht Säuren, und andere scharfe Stoffe destillirt werden, hinlänglich verschlossen werden. Man setzt auch wohl Leinsamemmehl unter Stärkekleister, und überzieht damit die Korkstöpsel. — Aus bloßem Leinsamemmehl und dünner Leimauflösung erhält man ein sehr gutes Lutum, welches gegen Säuren, Ammoniak steht.

Fetter Kitt, *lut gras*, wird aus Leinölsirnifs und fettem Thon gemischt, bis die Masse gehörig steif ist; er widersteht den sauren Dämpfen sehr gut, klebt auf allen Materialien, wenn sie nur trocken sind, fest, so wie aber Feuchtigkeit irgend zwischen die Schichten des Kitts sich eindringt, so bindet er nicht mehr. Man kann diesen Kitt im Keller aufbewahren, und sollte er etwas zu hart geworden sein, mit einem Zusatz von Terpentinöl umstoßen.

Harzkitt, *lut résineux*, aus Harz und Ziegelmehl; er wird warm aufgetragen, erträgt aber natürlich keine große Erwärmung ohne weich und flüssig zu werden. Wachskitt, Klebwachs, *Cire à luter*, aus gelbem Wachs und $\frac{1}{2}$ Terpentin zusammensetzt; fügt man noch etwas Harz zu, so wird die Masse härter. Für Gasentwickelungen brauchbar, wenn die Gefäße nicht bedeutend warm werden.

Gypskitt, aus gebranntem Gyps mit Wasser, oder Leimwasser angerührt, wird auf Leinwandstreifen aufgetragen, und schnell angelegt, weil er sonst hart wird und nicht mehr klebt. — Kalkkitt aus gebranntem Kalk und Eiweiß, oder wohlfeiler Leimauflösung gefertigt; beide Kitte sitzen sehr fest, und ziehen schnell an.

Einen sehr festsitzenden und hart werdenden Kitt erhält man aus Gummiauflösung, Thon und Eisenfeilspähen. — Käsekitt aus frischem Käse und gelöschtem Kalk.

2) Zum Beschlagen.

Beschlag für Oefen: 10 Theile Thon, 15 Ziegelmehl, 4 Hammerschlag, 1 Kochsalz, $\frac{1}{2}$ Kälberhaare; diese Materialien werden mit wenig Wasser gehörig untereinander gemengt und steif aufgetragen.

Beschlag für Retorten: 10 Theile feuerfesten Thon (Chamotte-thon), 1 Th. gemeinen Töpferthon, 2 groben Sand, $\frac{1}{6}$ Pferdeäpfel; alles wird wohl mit Wasser angeknetet, und so gleichförmig wie möglich aufgetragen, indem alle beim Trocknen entstehenden Risse mit den Händen angedrückt werden. Ueber die erste Lage, wenn sie trocken ist, trägt man eine zweite auf, bis der Beschlag wohl 3 Linien dick ist. — Ferner: gleiche Theile Thon und fein gepulverte Porzellankapseln zu einem steifen Brei gemacht. (Vergleiche den Artikel „Cement“ unter Kalk.)

A n h a n g.

Hier folgen noch einige Tabellen, welche für praktische Chemiker von Nutzen sein können.

1. T a b e l l e

Über die preussischen Längen- und Körpermaße, Gewichte, nach der Maß- u. Gewichtsordnung vom 16. Mai 1816.

I. Längenmaße.

1 preuss. Fuß	(gleich mit einem brandenburg. oder rheinländischen)
	= 139,13 pariser Linien
	= 0,966180 „ Fuß
	= 0,313853 Mètre
1 „ Elle	= 25 $\frac{1}{2}$ preuss. Zoll
	= 295,65 paris. Linien
1 „ Ruthe	= 12 preuss. Fuß
1 „ Meile	= 2000 „ Ruthen.

II. K ö r p e r m a ß e.

1 „ Kubikfuß	destill. Wassers wiegt bei 15° R. 66 preuss. Pfund
1 „ Kubikzoll	„ „ „ „ 1 $\frac{3}{4}$ „ Loth
1 „ Scheffel	= 3072 preuss. Kubikzoll
	= 2770,742 paris. „

1 preuss. Metze = 192 preuss. Kubikzoll
 = 173,17 paris. "
 1 " Tonne = 4 preuss. Scheffel
 1 " Klafter = 108 " Kubikfufs
 1 " Haufen = 4½ Klafter = 486 preuss. Kubikfufs.

Hiernach sind:

9 " Scheffel = 16 preuss. Kubikfufs
 9 " Tonnen = 64 " "
 1 " Quart = 64 " Kubikzoll = ½ Metze
 = 57,724 paris. "
 1 " Quart destill. Wassers wiegt bei 15° R. = 78½ preuss. Loth.

Demnach sind:

27 " Quart = 1 preuss. Kubikfufs.

III. G e w i c h t.

1 " Pfund = dem Gewicht ⅙ Kubikf. destill. Wassers bei 15° R.
 1 " Pfund = 467,71131 Gramme
 1 " Loth = 14,615978 "
 1 " Quentchen = 3,653994 "
 1 " Grän = 0,811998 "

Zentner.	Pfund.	Mark.	Loth.	Quentchen.	Grän.
1	110	220	3520	14080	63360
	1	2	32	128	576
		1	16	64	288
			1	4	18
				1	4½

1 preuss. Medicinalpfund = 24 preuss. Loth = ⅔ Pf. bürgerl. Gewichts
 = 350,78348 Gramme.

Pfund.	Unzen.	Drachmen.	Scrupel.	Gran.	pr. Loth.
℔	3	3	9	gr.	
1	12	96	288	5760	24
	1	8	24	480	2
		1	3	60	¼
			1	20	⅙
				1	⅓

1 Karat = 0,0140625 preuss. Loth = 0,205537 Gramme.

Hiernach sind:

160 Karat = 9 preuss. Quentchen.

1 preuss. Schiffslast = 4000 preuss. Pfund.

1 Pr. Quentl. = 56. 271446 Engl. grains

2. Vergleichung

französischen und englischen Masse und Gewichte mit den preussischen, nach *Eitelwein*.

(Verhandl. d. Vereins z. Beförd. d. Gewerbfl. in Preuss., 1827. S. 241.)

I. Französische Masse und Gewichte.

1) Längenmaße.

Kilomètre.....	= 10000 Mètre = 2655,166 preussische Ruthen.
Héomètre.....	= 1000 „ = 265,5166 „
Decomètre.....	= 100 „ = 26,55166 „
Decimètre.....	= 10 „ = 3,186199 preussische Fufs.
Mètre.....	= 3,186199 „
Centimètre.....	= $\frac{1}{10}$ „ = 3,82394 preussische Zoll.
Millimètre.....	= $\frac{1}{100}$ „ = 4,58813 preussische Linien.
Millimètre.....	= $\frac{1}{1000}$ „ = 0,4568 „

Hiernach vergleichen sich nahe genug:

Kilomètre mit 77 preussischen Meilen zu 2000 Ruthen,

Mètre mit 137 preussischen Fufs,

Decimètre mit 3 preussischen Ellen zu 25 $\frac{1}{2}$ Zoll.

2) Flächenmaße.

Kilomètre carré = 1000000 M. carré = 391,62296 preuss. Morgen.
Decom. carré... = 10000 „ = 3,9162296 „
Centom. carré... = 100 „ = 7,0492133 pr. Quadratruth.
Mètre carré..... = 10,151867234 pr. Quadratf.

Es vergleichen sich nahe genug:

Mètre mit 141 preussischen Quadratruthen,

Mètre carré mit 335 preussischen Quadratfufs.

3) Körpermaße.

Mètre = 1 Kilolitre = 1 Mètre cube = 32,345874273 preuss. Kubikfufs.
Decolitre..... = $\frac{1}{10}$ „ = 1,819455428 preuss. Scheffel.
Decalitre..... = $\frac{1}{100}$ „ = 2,911129 preussische Metzen.
„..... = 8,733386 preussische Quart.
„..... = $\frac{1}{1000}$ „ = 0,8733386 „

Hiernach vergleichen sich beinahe:

Mètre mit 841 preuss. Kubikfufs,	15 Decalitre mit 131 preuss. Quart,
Decolitre mit 131 pr. Scheffel,	71 Litre mit 62 preuss. Quart.
Decalitre mit 131 pr. Metzen,	

60 Vergleich. d. englisch. Masse u. Gewichte mit d. preuss.

4) Gewichte.

1 Myriagramme	=	10000	Gramme	=	21,38072384	preussische	Pfund.
1 Kilogramme..	=	1000	"	=	2,138072384	"	"
1 Hectogramme	=	100	"	=	6,84183	preuss.	Loth.
1 Decagramme.	=	10	"	=	2,7367	preuss.	Quentchen.
1 Gramme.....	=			=	1,2315	preuss.	Grän.
1 Decigramme..	=	$\frac{1}{10}$	"	=	0,12315	"	"
1 Centigramme.	=	$\frac{1}{100}$	"	=	0,01231	"	"
1 Milligramme..	=	$\frac{1}{1000}$	"	=	0,00123	"	"

Also vergleichen sich beinahe:

- 21 Myriagramme mit 449 preussischen Pfund,
- 29 Kilogramme mit 62 preuss. Pfund,
- 93 Gramme mit 117 preuss. Grän.

II. Englische Masse und Gewichte.

1) Längenmaße.

1 Mile.....	=	427,8	preussische	Ruthen.
1 Imperial Yard.....	=	2,9134	preussische	Fufs.
1 Foot.....	=	11,65368	preuss.	Zoll.

Hiernach sind nahe genug:

- 14 englische..... = 3 preussischen Meilen zu 2000 Ruthen,
- 35 englische..... = 34 preuss. Fufs,
- 36 Yard..... = 48 preuss. Ellen zu 25 $\frac{1}{2}$ Zoll.

2) Flächenmaße.

1 Acre.....	=	285,29	preussischen	Quadratruthen.
1 \square Foot.....	=	135,8	preussischen	Quadratzollen

Also vergleichen sich nahe genug:

- 53 Acre mit 81 preussischen Morgen zu 180 Quadratruthen,
- 53 englische mit 50 preussischen Quadratfufs.

3) Körpermasse.

1 Cubic Foot	=	1582,667	preussische	Kubikzoll.
--------------	---	----------	-------------	------------

Daher vergleichen sich nahe genug:

- 59 englische mit 54 preussischen Kubikfufs.

4) Hohlmasse.

1 Chaldron.....	=	73138,7	preussische	Kubikzoll.
1 Corn Quarter.....	=	16253,05	"	"
1 Sack.....	=	6004,89	"	"

Vergleich. d. englischen Masse u. Gewichte mit d. preuss. 61

- 1 Bushel..... = 2031,63 preuss. Kubikzoll.
1 Imperial Gallon = 253,954 " "

Hiernach ist:

- 1 Corn Quarter = 5 preuss. Scheffel, 4 Metzen, 125 Kubikzoll,
1 Sack = 1 " " 15 " 142,9 "
1 Bushel..... = 10 preuss. Metzen, 111,6 Kubikzoll,
1 Gallon..... = 3 preuss. Quart, 61,95 Kubikz., oder nahe $3\frac{3}{4}$ Quart.

Es vergleichen sich nahe genug:

- 31 Corn Quarters mit 164 preuss. Scheffel, oder weniger genau
7 Corn Quarters mit 37 " "
31 Imperial Gallons mit 123 preuss. Quart.

5) Gold-, Silber- und Apothekergewicht.

- 1 Imperial Troy Pound..... = 25,5234 preuss. Loth.
1 Ounce..... = 1,12695 " "
1 Grain..... = 0,07976 preuss. Grän.

Also vergleichen sich nahe genug:

- 84 Troy Pound mit 67 preuss. Pfund.

6) Handelsgewicht.

- 1 Ton Avoirdupois..... = 2171,26 preuss. Pfund.
1 Hundredweight..... = 108,563 " "
1 Pound Avoirdupois..... = 31,018 preuss. Loth.
1 Ounce Avoirdupois..... = 1,94 " "
1 Grain..... = 0,07976 preuss. Grän.

Daher vergleichen sich beinahe:

- 63 Pound Avoirdupois mit 63 preuss. Pfund.

Noch ist zu bemerken, dass nach *Kelly (The universal cambist, Vol. 1. London 1821. p. 221.)* der vormalige Winchester Bushel 2150,42 englische Kubikzoll hält. Hiernach ist:

- 1 Winchester Bushel..... = 1969,55975 preuss. Kubikzoll,
 = 10 preuss. Metzen. $49\frac{1}{2}$ Kubikzoll.
1 Winchester Gallon..... = 246,195 preuss. Kubikzoll,
 = 3 preuss. Quart, $54\frac{7}{8}$ Kubikzoll.
-

3. Reductionstabelle

der *Bauméschen* Aräometergrade auf das specifische Gewicht.

(Nach *Scholz's* Lehrbuch der Physik S. 743.)

Für Flüssigkeiten, welche leichter sind als Wasser.				Für Flüssigkeiten, welche schwerer sind als Wasser.							
Gr.	Sp. Gew.	Gr.	Sp. Gew.	Gr.	Sp. Gew.	Gr.	Sp. Gew.	Gr.	Sp. Gew.	Gr.	Sp. Gew.
62	0,7251	35	0,8479	0	1,0000	27	1,2288	54	1,5919		
61	0,7314	34	0,8531	1	1,0070	28	1,2394	55	1,6066		
60	0,7354	33	0,8584	2	1,0141	29	1,2502	56	1,6264		
59	0,7394	32	0,8638	3	1,0213	30	1,2612	57	1,6446		
58	0,7435	31	0,8693	4	1,0286	31	1,2724	58	1,6632		
57	0,7476	30	0,8748	5	1,0360	32	1,2838	59	1,6823		
56	0,7518	29	0,8804	6	1,0435	33	1,2954	60	1,7019		
55	0,7560	28	0,8860	7	1,0511	34	1,3071	61	1,7220		
54	0,7603	27	0,8917	8	1,0588	35	1,3190	62	1,7427		
53	0,7646	26	0,8974	9	1,0666	36	1,3311	63	1,7640		
52	0,7689	25	0,9032	10	1,0745	37	1,3434	64	1,7858		
51	0,7733	24	0,9091	11	1,0825	38	1,3559	65	1,8082		
50	0,7777	23	0,9151	12	1,0906	39	1,3686	66	1,8312		
49	0,7821	22	0,9212	13	1,0988	40	1,3815	67	1,8546		
48	0,7866	21	0,9274	14	1,1071	41	1,3947	68	1,8786		
47	0,7911	20	0,9336	15	1,1155	42	1,4082	69	1,9038		
46	0,7956	19	0,9399	16	1,1240	43	1,4219	70	1,9291		
45	0,8001	18	0,9462	17	1,1326	44	1,4359	71	1,9548		
44	0,8047	17	0,9526	18	1,1414	45	1,4501	72	1,9809		
43	0,8093	16	0,9591	19	1,1504	46	1,4645	73	2,0073		
42	0,8139	15	0,9657	20	1,1596	47	1,4792	74	2,0340		
41	0,8186	14	0,9724	21	1,1690	48	1,4942	75	2,0610		
40	0,8233	13	0,9792	22	1,1785	49	1,5096				
39	0,8281	12	0,9861	23	1,1882	50	1,5253				
38	0,8329	11	0,9930	24	1,1981	51	1,5413				
37	0,8378	10	1,0000	25	1,2082	52	1,5576				
36	0,8428			26	1,2184	53	1,5742				

Die folgende Tabelle ist deshalb vorzugsweise hierher gesetzt worden, weil die Redaction der *Fahrenheit'schen* Thermometergrade an die *Réaumur'schen* und *Celsius'schen* etwas umständlicher ist, als die der letztern unter einander. Es ist übrigens zu bemerken, daß $9^{\circ} F = 5^{\circ} C. = 4^{\circ} R.$, und $0^{\circ} R. \text{ und } C. = + 32^{\circ} F.$, so wie $0^{\circ} F = - 17,75^{\circ} C. = - 14,22^{\circ} R.$

4. Vergleichung

der *Fahrenheit*'schen Thermometerskala mit der *Celsius*'schen und *Réaumur*'schen.

Fah- ren- heit.	Celsius.	Réau- mur.	Fah- ren- heit.	Celsius.	Réau- mur.	Fah- ren- heit.	Celsius.	Réau- mur.
+212	+100	+80	+166	+74,44	+59,56	+120	+48,89	+39,11
211	99,44	79,56	165	73,89	59,11	119	48,33	38,67
210	98,89	79,11	164	73,33	58,67	118	47,78	38,22
209	98,33	78,67	163	72,78	58,22	117	47,22	37,78
208	97,78	78,22	162	72,22	57,78	116	46,67	37,33
207	97,22	77,78	161	71,67	57,33	115	46,11	36,89
206	96,67	77,33	160	71,11	56,89	114	45,55	36,44
205	96,11	76,89	159	70,55	56,44	113	45	36
204	95,55	76,44	158	70	56	112	44,44	35,56
203	95	76	157	69,44	55,56	111	43,89	35,11
202	94,44	75,56	156	68,89	55,11	110	43,33	34,67
201	93,89	75,11	155	68,33	54,67	109	42,78	34,22
200	93,33	74,67	154	67,78	54,22	108	42,22	33,78
199	92,78	74,22	153	67,22	53,78	107	41,67	33,33
198	92,22	73,78	152	66,67	53,33	106	41,11	32,89
197	91,67	73,33	151	66,11	52,89	105	40,55	32,44
196	91,11	72,89	150	65,55	52,44	104	40	32
195	90,55	72,44	149	65	52	103	39,44	31,56
194	90	72	148	64,44	51,56	102	38,89	31,11
193	89,44	71,56	147	63,89	51,11	101	38,33	30,67
192	88,89	71,11	146	63,33	50,67	100	37,78	30,22
191	88,33	70,67	145	62,78	50,22	99	37,22	29,78
190	87,78	70,22	144	62,22	49,78	98	36,67	29,33
189	87,22	69,78	143	61,67	49,33	97	36,11	28,89
188	86,67	69,33	142	61,11	48,89	96	35,55	28,44
187	86,11	68,89	141	60,55	48,44	95	35	28
186	85,55	68,44	140	60	48	94	34,44	27,56
185	85	68	139	59,44	47,56	93	33,89	27,11
184	84,44	67,56	138	58,89	47,11	92	33,33	26,67
183	83,89	67,11	137	58,33	46,67	91	32,78	26,22
182	83,33	66,67	136	57,78	46,22	90	32,22	25,78
181	82,78	66,22	135	57,22	45,78	89	31,67	25,33
180	82,22	65,78	134	56,67	45,33	88	31,11	24,89
179	81,67	65,33	133	56,11	44,89	87	30,55	24,44
178	81,11	64,89	132	55,55	44,44	86	30	24
177	80,55	64,44	131	55	44	85	29,44	23,56
176	80	64	130	54,44	43,56	84	28,89	23,11
175	79,44	63,56	129	53,89	43,11	83	28,33	22,67
174	78,89	63,11	128	53,33	42,67	82	27,78	22,22
173	78,33	62,67	127	52,78	42,22	81	27,22	21,78
172	77,78	62,22	126	52,22	41,78	80	26,67	21,33
171	77,22	61,78	125	51,67	41,33	79	26,11	20,89
170	76,67	61,33	124	51,11	40,89	78	25,55	20,44
169	76,11	60,89	123	50,55	40,44	77	25	20
168	75,56	60,44	122	50	40	76	24,44	19,56
167	75	60	121	49,44	39,56	75	23,89	19,11

64 *Vergleich. d. Fahrenh., Cels. u. Réaum. Thermometersk.*

<i>Fah- ren- heit.</i>	<i>Celsius.</i>	<i>Réau- mur.</i>	<i>Fah- ren- heit.</i>	<i>Celsius.</i>	<i>Réau- mur.</i>	<i>Fah- ren- heit.</i>	<i>Celsius.</i>	<i>Réau- mur.</i>
+ 74	+ 23,33	+ 18,67	+ 35	+ 1,67	+ 1,33	— 3	— 19,44	— 15,56
73	22,78	18,22	34	1,11	0,89	4	20	16
72	22,22	17,78	33	0,55	0,44	5	20,55	16,44
71	21,67	17,33	32	0	0	6	21,11	16,89
70	21,11	16,89	31	— 0,55	— 0,44	7	21,67	17,33
69	20,55	16,44	30	1,11	0,89	8	22,22	17,78
68	20	16	29	1,67	1,33	9	22,78	18,22
67	19,44	15,56	28	2,22	1,78	10	23,33	18,67
66	18,89	15,11	27	2,78	2,22	11	23,89	19,11
65	18,33	14,67	26	3,33	2,67	12	24,44	19,56
64	17,78	14,22	25	3,89	3,11	13	25	20
63	17,22	13,78	24	4,44	3,56	14	25,55	20,44
62	16,67	13,33	23	5	4	15	26,11	20,89
61	16,11	12,89	22	5,55	4,44	16	26,67	21,33
60	15,55	12,44	21	6,11	4,89	17	27,22	21,78
59	15	12	20	6,67	5,33	18	27,78	22,22
58	14,44	11,56	19	7,22	5,78	19	28,33	22,67
57	13,89	11,11	18	7,78	6,22	20	28,89	23,11
56	13,33	10,67	17	8,33	6,67	21	29,44	23,56
55	12,78	10,22	16	8,89	7,11	22	30	24
54	12,22	9,78	15	9,44	7,56	23	30,55	24,44
53	11,67	9,33	14	10	8	24	31,11	24,89
52	11,11	8,89	13	10,55	8,44	25	31,67	25,33
51	10,55	8,44	12	11,11	8,89	26	32,22	25,78
50	10	8	11	11,67	9,33	27	32,78	26,22
49	9,44	7,56	10	12,22	9,78	28	33,33	26,67
48	8,89	7,11	9	12,78	10,22	29	33,89	27,11
47	8,33	6,67	8	13,33	10,67	30	34,44	27,56
46	7,78	6,22	7	13,89	11,11	31	35	28
45	7,22	5,78	6	14,44	11,56	32	35,55	28,44
44	6,67	5,33	5	15	12	33	36,11	28,89
43	6,11	4,89	4	15,55	12,44	34	36,67	29,33
42	5,55	4,44	3	16,11	12,89	35	37,22	29,78
41	5	4	2	16,67	13,33	36	37,78	30,22
40	4,44	3,56	1	17,22	13,78	37	38,33	30,67
39	3,89	3,11	0	17,78	14,22	38	38,89	31,11
38	3,33	2,67	— 1	18,33	14,67	39	39,44	31,56
37	2,78	2,22	2	18,89	15,11	40	40	32
36	2,22	1,78						

Spe-

Specielle Chemie.

Einleitung.

Die Naturkörper sind, in chemischer Beziehung, entweder einfache, oder zusammengesetzte, letztere entweder aus je 2, je 3, je 4 (und mehr) einfachen Stoffen gebildet. Man pflegt die Naturkörper in organische und nichtorganische einzutheilen, welche Eintheilung eigentlich keine chemische, sondern eine physiologische ist, hergenommen von dem verschiedenen Bau und Thätigkeit der Organe, welche man an organisierten Körpern nachweisen kann. Es lassen sich jedoch auch rückwärtlich der chemischen Mischung organische und nichtorganische Körper von einander unterscheiden.

Unorganische Körper sind:

- 1) Theils unzerlegbar, daher einfache Körper, theils zusammengesetzt, diese
- 2) stets aus je 2 Stoffen gebildet, binäre Verbindungen; vergleiche vorn Seite 3 die Beispiele,
- 3) aus ihren Bestandtheilen fast stets darzustellen, und nur wenige machen Ausnahmen, indem man zeither noch keine Wege hat ausfindig machen können, sie zu vereinigen.

Organische Körper sind dagegen:

- 1) Stets zusammengesetzt, d. h. niemals einfache, unzerlegbare Stoffe;
- 2) fast immer aus mehr als 2 einfachen Körpern gebildet, aus 3, 4 und noch mehreren, ternäre, quaternäre Verbindungen. Organische Körper nur aus 2 einfachen Stoffen gebildet, kennen wir zur Zeit nur 10, als: Sauer- und Honigsteinsäure, aus Kohlenstoff und Sauerstoff, Terpentin-, Citronen-, Steinöl, das Festwerdende im Rosenöl, das reine Caoutchouc, Naphthalin, Weinöl, Schererit, aus Kohlen- und Wasserstoff.
- 3) aus den bekannten einfachen Bestandtheilen nicht darzustellen. Aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff hat noch kein Chemiker je Zucker,

Gummi, Weinsteinsäure etc. gebildet, obschon in neuester Zeit aus Ammoniak und cyaniger Säure, aus Cyan und Wasser durch Zersetzung Harnstoff erzeugt worden ist, wenige andere Beispiele hier zu geschweigen.

[Man hat auch die organischen Körper, gleich wie die unorganischen, als aus je 2 und 2 Stoffen gebildet betrachtet, es ist aber diese Ansicht allgemein durchzuführen noch nicht möglich, obschon nicht zu leugnen, daß diese Vorstellung in einzelnen Fällen anwendbar und sehr nützlich ist. So kann man z. B. den Alkohol, welcher aus bestimmten Mengen von Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff besteht, sich denken, als aus gleichen Raumtheilen ölbildenden Kohlenwasserstoffgas und Wasserdampf gebildet, auf einen Raumtheil condensirt, weil gerade so viel von jenen 3 einfachen Stoffen in dem Alkohol enthalten ist, als zur Bildung jener beiden zusammengesetzten Körper erfordert wird. Eben so den Aether aus 2 Raumtheilen ölbildenden Kohlenwasserstoffgas und 1 Raumtheil Wasserdampf gebildet; so die übrigen Aetherarten, Ameisen- und Citronensäure.]

Man kennt jetzt 53 unzerlegbare, einfache Stoffe, von denen 40 metallischer Natur sind. Diese können sich unter einander in mancherlei Verhältnissen vereinigen, obschon einzelne Stoffe sich nicht selten mit gewissen andern nicht verbinden; wahrscheinlich dürften sich aber noch Mittel und Wege finden lassen, die für jetzt nicht mögliche Vereinigung zu bewerkstelligen.

Die mannichfaltigen, durch Vereinigung einfacher Stoffe hervorgehenden, zusammengesetzten Körper zeigen verschiedene Eigenschaften, durch welche sie sich unter einander unterscheiden. Einige der wichtigsten, und für das erste Studium der Chemie nothwendigsten. Klassen zusammengesetzter Körper sollen hier, da sie später immer wieder vorkommen, im Allgemeinen kennen gelehrt werden, als: Säuren, Oxyde, Basen, Salze u. a. m.

1) Säuren, *Acides*, *Acids*, sind Stoffe, welche sich durch folgende Eigenschaften auszeichnen:

a) Sie sind sämmtlich — elektrisch, d. h. sie scheiden sich aus ihren Verbindungen mit Basen am + Pol der Volta'schen Säule ab, obschon sie selbst durch Elektricität in ihre Bestandtheile zerlegt werden.

b) Sie bilden mit Basen (+ elektrischen zusammengesetzten Stoffen) entweder unmittelbar Salze, oder sie zersetzen sich und die Basen, und es entstehen, unter jedesmaliger Bildung von Wasser, salzähnliche Verbindungen.

c) Die mehesten sind in Wasser löslich und färben blaue Pflanzenfarben (Lackmustinctur, Lackmuspapier) roth.

d) Die mehrentheils auflösliehen, oder selbst flüssigen, Säuren schmecken sauer.

Nicht alle Säuren schmecken sauer, so schmeckt z. B. Blausäure nach bittern Mandeln, Hydrothionsäure nach faulen Eiern.

[Die Bestimmung des Worts Säure ist nicht ohne Schwierigkeiten. Früher betrachtete man als das Hauptkriterium einer Säure, wie auch schon das Wort andeutet, den Geschmack, jetzt aber ist der saure Geschmack ein unsicheres Merkmal, wogegen das unter a) aufgeführte als das höchste gilt. Früher glaubten die Chemiker, weil sämtliche damals analysirte Säuren Sauerstoff enthielten, es würden alle Säuren denselben als Bestandtheil haben, ja der Sauerstoff bedinge die Säurenatur; dieses hat sich jedoch nicht bestätigt, sondern nicht wenige Säuren sind ohne Sauerstoff, in ihnen vertreten andere Stoffe die Stelle des Sauerstoffs. In ihnen ist nicht selten als + elektrischer Bestandtheil Wasserstoff (wohl bemerkt nicht als -- elektrischer Factor); solche Säuren sind: Salzsäure, Hydrothion, Hydriodsäure, Blausäure u. s. m. Wenn sie mit Sauerstoff enthaltenden Basen in Berührung kommen, tritt eine Entmischung derselben und der Basen ein, indem sie keine eigentlichen Salze, sondern, unter gleichzeitiger Erzeugung von Wasser, nur salzähnliche Verbindungen bilden; (unter Salz mehr davon). Nicht alle Säuren sind in Wasser auflöslich, z. B. Kieselerde, Zinnsäure, Goldsäure etc. sind unauflöslich, und können deshalb auch nicht blaue Pflanzenfarben roth färben.]

Man bedient sich des Lackmuses zum chemischen Gebrauch folgendermaßen: man übergießt es mit Wasser, oder schwachen Weingeist, und trinkt mit dieser Tinctur ungeleimtes Velinpapier, trocknet im Dunkeln und zerschneidet es dann in schmale Streifen, welche vor dem Licht geschützt aufbewahrt werden müssen.

[Benennungsart der Säuren. Giebt ein einfacher Körper mit Sauerstoff nur eine einzige Säure, so fügt man dem Namen des Stoffes das Wort „Säure“ hinzu, als z. B. Kohlensäure, Jodsäure, Borsäure; giebt dagegen ein Stoff mehr als eine Säure mit Sauerstoff, z. B. zwei, so bezeichnet man dieselben dadurch, daß man diejenige, welche weniger Sauerstoff enthält, durch Anhängen der Sylbe *ige**) unterscheidet, als schweflige Säure, phosphorige, salpetrige Säure, wogegen Schwefelsäure, Phosphor- und Salpetersäure die mehr Sauerstoff enthaltenden Säuren, welche dieselben Grundstoffe enthalten, anzeigen. Im Französischen wird dies also angedrückt: *Acide sulfurique* = Schwefelsäure, *Acide sulfureux* = schweflige Säure; *A. nitrique*, *nitreux*; im Englischen eben so, als z. B. *Sulphuric acid*, *sulphurous acid* etc.

*) Die Endigung *ichte* ist minder richtig, als die Entflexion *ige*.

Tritt der Fall ein, daß mehr als zwei Säuren von einem einfachen Stoff existiren, so hat man sich dadurch geholfen, daß man die Stelle, welche die dritte oder vierte Säure nach den Sauerstoffproportionen in der Reihe der Verbindungen des einfachen Stoffes mit Sauerstoff einnimmt, durch das Wort „Unter“ bezeichnet, als *Unterschwefelsäure*, *Unterphosphorige Säure* u. a. m.]

2) *Oxyde*, *Oxides*, *Oxide*, sind Verbindungen einfacher oder zusammengesetzter Stoffe mit Sauerstoff, denen übrigens alle Säureeigenschaften mangeln. Die *Oxyde* sind metallische, wenn sich ein Metall mit Sauerstoff zu einem Oxyd verbindet, oder nichtmetallische, wie z. B. Kohlenstoffoxyd, Chloroxyd, Stickstoffoxyd.

Die *Oxyde* sind entweder salzfähige Grundlagen, Basen, oder sie sind es nicht; dies beruht auf einem bestimmten Mischungsverhältniß, und der Natur des elektrischen Elements, welches sich mit dem — elektr. Sauerstoff verbindet. Es kann nämlich ein Oxyd viel oder wenig Sauerstoff enthalten, und dadurch bald fähig bald unfähig sein, sich als eine Base zu verhalten. Ueberhaupt sind nur gewisse metallische *Oxyde* Basen, keine nichtmetallischen *Oxyde*.

[Benennungsart der *Oxyde*. Diejenigen *Oxyde*, welche Basen sind, nennt man ohne weitem Beisatz *Oxyde*, sind aber deren mehrere z. B. zwei *Oxyde* eines Metalles Basen, so heißt dasjenige von beiden, welches die geringere Menge Sauerstoff enthält, zum Unterschied *Oxydul*. Eisen giebt zwei *Oxyde*, beide sind Basen, das eine heißt daher *Eisenoxydul*, das andere *Eisenoxyd*. Sind aber *Oxyde* keine Basen, so haben sie entweder zu viel, oder zu wenig Sauerstoff, danach nennt man die erstern *Ueberoxyde*, oder *Hyperoxyde*, die letztern *Unteroxyde*, oder *Suboxyde*. So hat z. B. Blei 2 *Ueberoxyde*, das eine von beiden heißt *Ueberoxydul*, (da es die relativ geringere Menge Sauerstoff besitzt), das andere *Ueberoxyd*; Gold 2 *Suboxyde*.

In der französischen Nomenclatur werden die *Oxyde* nach einem andern Princip benannt; man zählt die *Oxyde* eines Metalles, und benennt sie nach der Reihenfolge. Dasjenige, welches den wenigsten Sauerstoff enthält, heißt das erste Oxyd, *Protoxide*, dann folgt das zweite O., *Deutoxide*, das dritte, wenn es zugleich das letzte ist, heißt *Peroxide*. So hat Quecksilber 2 *Oxyde*, sie heißen demnach *Protoxide* und *Deutoxide de Mercure*. — Eben so ist die englische Benennungsweise.

Diese Methode die *Oxyde* zu benennen ist schwerfällig, und nicht von dem praktischen Nutzen, als die von *Berzelius* angegebene Nomenclatur, die wir oben mittheilten, und welche hier stets angewendet werden soll.

— Ehedem nannte man wohl die Metalloxyde Metallkalke, und nach ihren Farben: Asche, Schnee, Mohr, Safran u. s. w.]

3) Basen, salzfähige Grundlagen, *Bases salifiables*, *Bases*, und mit alleiniger Ausnahme des Ammoniaks, Oxyde oder sauerstoffhaltige Körper. Sie zeichnen sich dadurch aus:

a) daß sie sich + elektrisch verhalten, am — Pol der Voltaschen Säule sich abscheiden, wenn sie verbunden mit Säuren in den Zerlegungskreis gebracht werden, obschon sie auch selbst zerlegt werden, wenn sie für sich elektrisirt werden.

b) Sie verbinden sich mit Säuren zu Salzen, oder salzähnlichen Verbindungen.

Sowohl unorganische, als auch organische Körper, (binäre, oder quaternäre Verbindungen) können Basen sein; es sind nämlich seit mehreren Jahren auch vegetabilische und selbst animalische Basen bekannt.

Man theilt die Basen ein in:

A) Basen aus dem Reich der unorganischen Körper.

a) in Wasser auflösliche

b) in Wasser unauflösliche.

a) leichtlösliche.		b) in Wasser unauflösliche.	
α) Alkalien	β) schwerlösliche. alk. Erden	α) Erden	β) Die übrigen metallischen Basen.
Kali	Baryt	Thonerde	
Natron	Strontian	Beryllerde	
Lithion	Kalk	Yttererde	
Ammoniak	Magnesia	Zirkonerde	
		Thorerde	

B) Basen aus dem Reich der organischen Körper.

a) vegetabilische, Pflanzenbasen. b) animalische, Thierbasen.

Die Alkalien sind sämmtlich im Wasser sehr leicht löslich, ziehen Wasser aus der Luft mächtig an; sie schmecken lungenhaft, (daher hießen sie ehemals auch Laugensalze), ätzend, färben gelbe Pflanzentheile braun, blaue, mit Ausnahme von Lackmus, welches gar nicht verändert wird, grün. Man bedient sich zu dem Ende kleiner Papierchen, welche mit Curcumatinctur gelb gefärbt sind; man wendet auch wohl einen wässrigen Aufguß der Rhabarberwurzel dazu an. Statt ihrer gebraucht man mit größerm Nutzen die durch Säure gerötheten Lackmuspapierchen, welche man am besten mittelst Phosphorsäure röthet. Inwiefern diese rothen Papierchen angewendet werden können, geht aus dem bei der „Neutralisation“ Seite 6 Gesagten deutlich hervor.)

[Es verdient bemerkt zu werden, daß nicht allein Alkalien und, wie sogleich gezeigt werden wird, auch die alkalischen Erden, gelbe Pflanzenfarben bräunen, sondern daß es auch heterogene Körper zu thun vermögen, als z. B. Boraxsäure, salzsaures Zinnoxidul, essigsaures Bleioxid u. m. a.]

Endlich bilden die Alkalien mit Oelen und Fetten in Wasser auflösliche Seifen, und sind die fixen, mit Ausnahme des Ammoniaks, im Feuer nicht allein leicht schmelzbar, sondern können sogar verdampfen.

Die alkalischen Erden, erdigen Alkalien, haben ihren Namen von dem erdigen Ansehen, und dem alkaliartigen Verhalten; sie sind sehr schwer in Wasser löslich, (Magnesia erst in 5000 Theilen) ziehen aber dennoch leicht, mit Ausnahme der Magnesia, aus der Luft Wasser an, binden es und zerfallen dann. Sie schmecken, mit Ausnahme der Magnesia, alkalisch, wirken eben so auf die Pflanzenfarben, geben mit Oelen und Fetten in Wasser unlösliche Seifen, und sind nicht schmelzbar, d. h. jede für sich allein ins Ofenfeuer gebracht, denn mehrere Erden zusammen dem Feuer ausgesetzt, können wohl zum Schmelzen gebracht werden.

Die übrigen Erden sind dadurch unterschieden, daß sie sich in Wasser gar nicht auflösen, oder so wenig, daß man es für nichts erachten kann. (Die Kieselerde, welche man früher auch zu den Basen zählte, ist eine Säure, gehört also nicht zu den Basen, und ihr Grundstoff, Silicium, ist kein Metall). Sie zeigen daher auch keinen Geschmack, keine Einwirkung auf die Farben, bilden keine Seifen, und sind unschmelzbar im Feuer.

Die übrigen Metalloxyde, welche zu den Basen gezählt werden, verhalten sich im Allgemeinen ganz so, wie die Erden, d. h. sie sind unlöslich in Wasser, geschmacklos, ohne Wirkung auf Farbstoffe, geben, bis auf Blei- und Zinnoxid, keine Seifen, und sind theils unschmelzbar, theils schmelzbar, einige sogar flüchtig, sublimirbar, als Bleioxid, Wismuthoxyd.

Die organischen Basen sind darin den Alkalien ähnlich, daß sie Alkohol oder Aether gelöst, (denn in Wasser sind sie sehr schwer oder auch wohl gar nicht auflöslich), die rothen Lackmuspapierchen bläuen; die Pflanzenbasen schmecken unerträglich bitter, auch wohl scharf, kratzend.

4) Salze, Sels, Salts, sind Verbindungen der Säuren mit den Basen. Sauerstoff enthaltende Säuren geben mit sauerstoffhaltenden Basen wirkliche Salze, die Wasserstoff enthaltenden zersetzen sich in Berührung mit sauerstoffhaltigen Basen, nebst diesen, und so bildet sich Wasser und eine salzähnliche Verbindung. Wenn z. B. Salz-

Säure = Chlor + Wasserstoff sich mit Kali = Kalium + Sauerstoff verbinden will, so bildet sich aus dem Wasserstoff der Salzsäure und dem Sauerstoff des Kalis Wasser, und Chlorkalium, eine Verbindung zweier Elementarstoffe, welche ein Salz nicht genannt werden kann, sondern nur in sofern salzhähnlich ist, als es dem Ansehen nach dem Salze gleich kommt, und früherhin, ehe noch diese Theorie galt, zu den Salzen gezählt wurde.

Die Salze sind entweder neutrale, oder saure, oder basische; man verstand bisher unter neutralen solche, welche weder sauer noch alkalisch schmecken, und auf die Pflanzenfarben nicht einwirken, z. B. Glaubersalz, Salpeter; unter sauren und basischen, welche sich so verhalten, wie es die Namen andeuten, z. B. saure: Weinstein, Kleesalz; basische: Pottasche, Soda. Man unterscheidet auch noch einfache und Doppelsalze, ein solches ist z. B. der Alaun, welcher aus zwei verschiedenen Salzen besteht, jedoch von gleicher Säure, aus schwefelsaurer Thonerde und schwefelsaurem Kali; es kommen aber auch, obschon weit seltner, Doppelsalze vor, die eine Base und zwei Säuren enthalten, als z. B. der Datholit (ein Fossil), welcher aus kiesel-saurem und boraxsaurem Kalk besteht. Dreifache Salze sind selten, ein Beispiel liefert die Sorte Alaun, welche außer der Thonerde und dem Kali auch noch Ammoniak, mit Schwefelsäure verbunden, enthält.

Man hat in der neuesten Zeit angefangen, mit den Worten neutral, sauer und basisch bei Salzen etwas ganz anderes zu bezeichnen, als die Namen eigentlich andeuten; man versteht nämlich darunter nicht mehr das Verhalten gegen Pflanzenfarben, den Geschmack, sondern ihre relative Mischung, das Verhältniß der Säure zur Base. Daher es denn kommt, daß nach dieser Bezeichnungsart die Pottasche ein neutrales Salz ist, obschon sie nach der vorigen Nomenclatur basisch genannt werden mußte, der Alaun ein neutrales Salz, obschon er sauer schmeckt etc. Man nennt jetzt ein Salz neutral, in welchem der Sauerstoff der Säure in einem gewissen multiplen Verhältniß zum Sauerstoff der Base steht; sauer, worin das multiple Verhältniß ein größeres ist, als in dem neutralen, und basisch, in welchem das multiple Verhältniß ein kleineres, als in dem neutralen.

[**Benennungsart der Salze.** Man macht die Base zum Hauptwort, und aus dem Namen der Säure ein Beiwort, als. schwefelsaures Natron, phosphorsaurer Kalk; ist es ein saures oder basisches Salz, so setzt man diese Worte vor, als saures schwefelsaures Kali etc. Dagegen bildet man im Französischen und Englischen ein eignes Hauptwort aus dem Namen der Säure, und setzt den der Base im Genitiv dazu; z. B. aus dem Wort *Acide sulfurique* wird das Wort *Sulfate*

gebildet, welches ein schwefelsaures Salz anzeigt, so heisst *Phosphate* ein phosphorsaures, *Nitrats* ein salpetersaures Salz. Die Endigung *ite* dagegen deutet auf eine Säure hin, die sich auf *eur* endigt; aus *Acide sulfureux* wird *Sulfite* gebildet, welches ein schwefligsaures Salz bezeichnet, *Sulfite de chaux*, schwefligsaurer Kalk. — Die Englischen Namen in ihren Endigungen sind ganz dieselben, wie die französischen.

Um die verschiedenen multipeln Verhältnisse des Sauerstoffs einer Säure und einer Base schon durch den Namen passend anzudeuten, bedient man sich, statt der unbestimmten Namen sauer und basisch der Ausdrücke doppelt (oder zweifach) schwefelsaures Kali, d. i. zweimal so viel Säure enthaltend, als das neutrale; anderthalb kohlensaures Natron; drittel essigsaures Bleioxyd; sechstel essigsaures Bleioxyd etc.]

5) Schwefel-, Chlorverbindungen, *Sulfures*, *Sulphides*, *Chlorures*, *Chlorides*, sind Verbindungen des Schwefels, des Chlors mit einfachen Stoffen, besonders mit Metallen, in welchem Fall dieselben auch Schwefel-Chlormetalle heißen. Sie sind im Wasser zum Theil löslich, zum Theil auch nicht, zersetzen dasselbe theils unmittelbar, theils erst dann, wenn irgend eine Säure mit ins Spiel kommt. Wenn z. B. Chlornatrium, Wasser und Schwefelsäure vermischt werden, so bildet sich aus Natrium und Sauerstoff des Wassers Natron, welches mit der Schwefelsäure schwefelsaures Natron giebt, das Chlor geht mit dem Wasserstoff des zersetzten Wassers eine Verbindung ein, welche Hydrochloresäure, oder Salzsäure, genannt wird.

Verbinden sich zwei Schwefel- oder zwei Chlorverbindungen mit einander, so verhält sich in diesem Fall die eine + elektrisch, wie eine Base, die andere — elektrisch, wie eine Säure, z. B. Schwefelkalium mit Schwefelarsenik; Schwefelnatrium mit Schwefelspießglanz; Chlorkalium mit Chlorquecksilber u. a. m.

[Ganz gleich verhalten sich die Selen-, Jod-, Brom-, Bor-, Fluor-, Cyan- und Tellur-Verbindungen, von welchen die Jod- und Cyanverbindungen, namentlich die letzten, technisch interessant sind.]

6) Metalllegirungen, *Alliages metalliques*, *Alloys of metals*, sind Verbindungen der Metalle unter einander; die Verbindungen des Quecksilbers mit Metallen nennt man nach einem alten Brauch *Amalgame*, *Amalgames*, *Amalgams*. Nicht jedes Metall giebt mit allen übrigen Verbindungen, wenigstens hat es noch nicht glücken wollen, einige Metalle mit einander zu verbinden. (Mehr hiervon bei den Metallen.)

Erster Theil.

Von den nichtmetallischen Grundstoffen.

Die nichtmetallischen einfachen Stoffe sind 13 an der Zahl; sie sind entweder fest, oder gasförmig.

Feste		Gasförmige
Kohlenstoff	Jod	Sauerstoffgas
Schwefel	Brom	Wasserstoffgas
Selen	Sicilium	Chlorgas
Phosphor	Fluor.	Stickstoffgas.
Bor		

Tropfbar flüssig ist bei gewöhnlicher Temperatur Brom, und bei starker Zusammendrückung auch Chlor. Sämmtliche starre sowohl als gasförmige einfache Körper leiten Wärme und Elektricität sehr schlecht, mit Ausnahme des Kohlenstoffs, welcher die Elektricität leitet, obschon der Diamant ein mittelmäßiger Leiter ist. Rücksichtlich der Farbe, des specifischen Gewichts, Schmelzpunkts, Siedepunkts, Farbe der Dämpfe etc. giebt die beigelegte Tabelle das Weitere an.

Name	Farbe	spec. Gewicht	Schmelzpunkt	Siedepunkt	Farbe d. Dämpfe	Entdeckt von. Jahr
Sauerstoffgas	farblos	1,1026 <i>Berzelius u. Dulong</i>	—	—	—	<i>Priestley</i> 1774
Wasserstoffgas	farblos	0,0688 <i>Berzelius u. Dulong</i>	—	—	—	<i>Cavendish</i> 1766
Chlorgas	grünlichgelb	2,47 <i>Berzelius</i> 2,4216 <i>Thénard</i>	—	—	—	<i>Scheele</i> 1774
Stickstoffgas	farblos	0,976 <i>Berzelius u. Dulong</i>	—	—	—	<i>Rutherford</i> 1772
Kohlenstoff	farblos auch schwarz	3,5 bis 3,53 (des Diamanten)	—	—	—	— —
Schwefel	gelb	1,98	+111°C.	143	pome- ranzen- gelb	— —
Selen	bleigran und ru- binroth	4,3 bis 32 <i>Berzelius</i>	über 100°	—	gelb	<i>Berzelius</i> 1817
Phosphor	gelblich	1,77	45°	290°	farblos	<i>Brand</i> 1669

Name	Farbe	spec. Gewicht	Schmelzpunkt	Siedepunkt	Farbe d. Dämpfe	Entdeckt von . Jahr
Bor	bräunlich-grün	—	—	—	—	Gay-Lussac, Thénard, Davy 1809
Jod	grau-schwarz	4,946 bei 16,5°	107°	175°	veilchen-blau	Courtois 1811
Brom	blei-grau, flüssig schwärzlichroth	2,966 flüssig <i>Ballard</i>	—19°	47°	dunkel-roth	<i>Ballard</i> 1826
Silicium	dunkel-braun	—	—	—	—	<i>Berzelius</i> 1823
Fluor						Hypothet. aufgest. von Gay-Lussac u. Thénard 1809.

Erstes Kapitel.

Vom Sauerstoff.

Sauerstoff, *Orygène**), *Oxygen*, Sauerstoffgas, wurde 1774 von *Priestley* entdeckt, 1775 von *Scheele* ebenfalls dargestellt. Derselbe geht mit einfachen und einer grossen Zahl zusammengesetzter Körper Verbindungen ein, welche man sowohl im Reich der unorganischen, als organischen Körper antrifft; letztere enthalten, bis auf sehr wenige Ausnahmen, alle Sauerstoff in sich. Er ist ein Hauptgemengtheil der atmosphärischen Luft, beträgt 21 Raumprocente in derselben, ein Bestandtheil des Wassers, 88,9 Gewichtsprocente desselben betragend.

[Stein-, Citronen-, Terpeninöl, das Festwerdende im Rosenöl, reines Caoutchouc, Naphthalin, Schererit, Weinöl enthalten keinen Sauerstoff.]

Man stellt Sauerstoffgas dar:

1) Aus rothem Quecksilberoxyd. Man schüttet dasselbe in eine kleine Glasretorte, fügt eine kleine runde Vorlage an, und leitet aus dieser ein Gasrohr nach der pneumatischen Wanne; siehe Tafel I. Fig. 5; Dunkelrothglühhitze reicht zur Zersetzung hin. Das rothe Oxyd wird braunroth, schwarz, zersetzt sich in Quecksilberdämpfe und Sau-

*) d. h. Säure erzeugend.

erstoffgas, erstere condensiren sich sogleich zu Tröpfchen, erscheinen theils im Hals der Retorte, theils in der Vorlage. Man erhält hiedurch 8 Procent dem Gewicht nach Sauerstoffgas. Ist das Quecksilberoxyd nicht ganz rein, enthält es noch etwas basisch salpetersaures Oxyd, so entwickelt sich auch etwas Stickstoffgas zugleich mit.

2) Aus Braunstein, oder Manganüberoxyd, entweder a) ohne Zusatz von Schwefelsäure, oder b) mittelst desselben.

a) Man nimmt ein cylindrisches Gefäß aus Gufs- oder auch Schmiedeeisen, z. B. einen Quecksilberlegel, (eine schmiedeeiserne Flasche in welcher Quecksilber im Handel verschickt wird) siehe Tafel I. Fig. 39, füllt ihn mit gepulvertem Braunstein, befestigt in dessen Mündung eine gekrümmte eiserne Röhre (Flintenlauf) durch Einschraubeln luftdicht, und fügt an diese eine Glasröhre, eine flexible Zinnröhre an, die bis in die Wanne, oder ins Gasometer reicht. Der eiserne Cylinder wird mit Lehm beschlagen, in einem Zugofen bis zur heftigen Rothglühhitze erwärmt.

[Der Braunstein muß möglichst frei von eingemischtem kohlensauren Kalk sein, sonst erhält man zugleich kohlensaures Gas mit. Man kann ihn deshalb prüfen, indem man eine kleine Portion mit verdünnter Schwefelsäure übergießt; braust er auf, so enthält er kohlensauren Kalk. Von einem Pfund krystallisirten Braunstein erhält man $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ Kubikfuß Sauerstoffgas, und Manganoxyduloxyd bleibt zurück. — Statt eines größern eisernen Cylinders kann man auch im Kleinen einen Flintenlauf anwenden, wenn man die hintere Oeffnung und das Zündloch luftdicht verschließt; irdne Retorten sind minder zu empfehlen, sie sind zu porös und zerspringen leicht. — Die wohlfeilste Methode.]

b) Man schüttet Braunsteinpulver und $\frac{3}{4}$ concentrirte Schwefelsäure in einen Kolben, mischt es unter einander zu einem Brei, (sonst zerspringt der Kolben leicht), setzt einen Pfropfen mit gekrümmter Glasröhre auf, und giebt mittelst einer Lampe gelinde Wärme; siehe Tafel I. Fig. 7. Die Entbindung des Gases erfolgt hier darum bei so geringer Erwärmung, weil die Verwandtschaft der Schwefelsäure zu dem Manganoxydul, welches aus dem Braunstein durch Abgabe eines Theils Sauerstoff sich bilden wird, zur Zersetzung mitwirkt; es bleibt schwefelsaures Manganoxydul zurück. Man erhält noch etwas mehr Ausbeute, als durch die vorige Darstellungsart, der Braunstein giebt genau die Hälfte seines Sauerstoffs ab.

c) Aus chlorsaurem Kali. Zu dieser Methode wendet man denselben Apparat an, wie zu 1). Man erhält aus dem wasserfreien (geschmolzenen) Salz 30,15 Gewichtsprocent reines Sauerstoffgas. der Rückstand ist Chlorkalium. Es wird nämlich sowohl die Chlorsäure, als

auch das Kali zersetzt, beide entbinden ihren Sauerstoff. — (Wenn es auf ganz reines Gas ankommt, die beste Methode.)

d) Aus Salpeter, salpetersaurem Kali. Hierzu wendet man denselben Apparat an, wie bei 2 a). Die Salpetersäure im Salpeter wird in der Rothglühhitze zerlegt, Sauerstoffgas und später auch Stickstoffgas entweichen, weshalb das zuletzt übergehende unrein ist; salpetrig saures Kali, oder Stickstoffoxyd-Kali bleiben zurück. — (Ist kostspieliger, als aus Braunstein.)

[Endlich wird auch Sauerstoffgas gewonnen bei der Destillation der Salpetersäure; der Zersetzung des Chlorwassers, der Auflösungen von Chloralkalien durchs Tageslicht; mittelst frischer Blätter saftreicher Pflanzen, wenn sie unter Wasser dem Sonnenlicht ausgesetzt werden.]

Das Sauerstoffgas ist farb-, geruch- und geschmacklos, spec. Gewicht 1,1026, daher wiegen 100 Kubikzolle, bei 28 Zoll Barometerhöhe und 0° Wärme, 0,16303 Loth, oder 1 Kubikfuß 2,8181 Loth; es besitzt ein Lichtbrechungsvermögen von 0,924, eine Wärmecapacität von 0,9765; leuchtet beim schnellen Zusammendrücken. Es ist zur Fortdauer des Lebens durchaus nothwendig, macht den respirablen Theil der atmosphärischen Luft aus, im unvermischten Zustand ist es jedoch nicht zuträglich, indem es die Lungen zu heftig reizt. Bei allen Zersetzungen durch die *Voltasche* Elektricität scheidet sich der Sauerstoff aus seinen Verbindungen mit andern Körpern stets am $+$ Pol ab, verhält sich also stets — elektrisch.

Der Sauerstoff verbindet sich mit allen einfachen und zusammengesetzten Körpern, mit Ausnahme des Fluors, (?) bald unter Feuererscheinung, bald ohne Licht- und Wärmeentwicklung; im erstern Fall pflegt man die Erscheinung *Verbrennen* zu nennen. — (Oxydirbar oder brennbar sind diejenigen Stoffe, welche sich überhaupt mit Sauerstoff verbinden können.) Durch diesen Vereinigungsprozeß entstehen entweder Säuren, oder Oxyde; so giebt z. B. der Kohlenstoff mit Sauerstoff ein Oxyd und 3 Säuren, der Schwefel 4 Säuren, das Eisen 2 Oxyde, etc.

[Die Erklärung der Feuererscheinung ist bereits früher Seite 11 gegeben worden.]

Es giebt Stoffe, welche ohne vorhergegangene Erwärmung bei jeder, auch einer niedern, Temperatur in Berührung mit Sauerstoff entbrennen, als Phosphorwasserstoffgas (selbst noch bei -38°). Luftzunder, (Pyrophore) Wasserstoffgas auf Platinschwamm, oder Platinblättchen geblasen, u. a. m.; die mehren Körper müssen jedoch erst auf einen bestimmten Temperaturgrad erwärmt werden, ehe sie verbrennen,

z. B. Schwefel, Phosphor, Kohle. Brennen die Körper einmal, so entwickeln sie meistentheils durch ihr Verbrennen so viel Wärme, als nöthig ist, um sie auf dem zum Verbrennen erforderlichen Temperaturgrad erhitzt zu erhalten; die Kohle, oder der Kohlenstoff, macht jedoch hievon eine Ausnahme. Eine brennende Kohle verlöscht von selbst an der Luft liegend, weil die durch ihr Verbrennen entwickelte Wärmemenge, bei dem mächtigen Ausstrahlen von Wärme, nicht hinreicht, sie selbst genugsam zu erhitzen, so daß sie fortbrennen könnte. Legt man aber mehrere brennende Kohlen zusammen auf einen Haufen, so werden sie nicht verlöschen, weil die Wärme, welche jede einzelne entwickelt nun besser zusammengehalten wird, sich summirt. Man löscht daher brennende Kohlen aus, wenn man dieselben aneinander breitet, was beim Löschen von Feuersbrünsten geschieht. Selbst der Diamant brennt nur so lange in der atmosphärischen Luft fort, als er im Focus eines Brennsiegels gehörig erhitzt wird, bringt man ihn nach dem Anzünden aus den Focus, so verlöscht er; nur im reinen Sauerstoffgas verbrennt er angezündet ohne weiteres Erhitzen fort.

[Ist der zu entzündende Körper ein Gas, so kann die vorhergehende Erwärmung desto geringer sein, je dichter es ist, und umgekehrt. Hindernisse, welche der Ausdehnung eines entzündlichen Gases durchs Erhitzen entgegenstehen, erhöhen die Entzündlichkeit desselben, z. B. der Luftdruck.]

Das zum Entbrennen nöthige Vorerwärmen nennt man gewöhnlich das Anzünden, Anstecken. So wird Wasserstoffgas und andere brennbare Luftarten durchs Nähern eines brennenden Körpers, durch elektrische Funken, entzündet, indem es dadurch in den zu jener Verbindung nothwendigen Zustand erhöhter Temperatur versetzt wird. Zusammengesetzter ist der Vorgang beim Entzünden organischer Materien. Will man eine Wachskerze anzünden, so erhitzt man mittelst eines brennenden Stoffes (Papier, Holz) den Docht, welcher eine kleine Quantität Wachs enthält; das Wachs schmilzt, erhitzt sich bis zum Kochen, es bilden sich aber keine Wachsdämpfe, sondern dasselbe zersetzt sich, wie alle organische Substanzen, in der Hitze in brennbare Gasarten, wie Kohlenwasserstoffgas, Kohlenoxydgas. Diese sind es dann, welche, wenn sie die gehörige Temperatur erreicht haben, mit dem Sauerstoff der umgebenden Luft sich verbinden, verbrennen. Durch die beim Verbrennen entbundne Wärme schmelzen die nächsten Wachstheilchen, und steigen durch Capillaritätskraft in dem Docht bis zur Flamme auf, wo sie dann eben so, wie vorhin erklärt wurde, zersetzt werden, und die Verbrennungserscheinungen bedingen.

Wenn die brennbaren Körper in der Luft verbrennen, so kann es

also nur dadurch möglich sein, daß die Luft Sauerstoffgas enthält. Wenn man also in einem abgeschlossenen Raum, der mit einer gemessenen Menge atmosphärischer Luft erfüllt ist, einen Körper entzündet, so muß er eine bestimmte Menge atmosphärischer Luft bei seinem Verbrennen verschwinden machen, d. h. den Sauerstoff derselben verzehren.

Nimmt man eine kleine Quecksilberwanne aus Holz, siehe Fig. 11 Tafel I., schüttet $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch Quecksilber hinein, thut in ein kleines Porzellanschälchen etwa 2 Gran abgetrockneten Phosphor, stellt das Schälchen auf ein Kartenblatt, welches einen etwas kleinern Durchmesser hat, als die Glocke, und bringt dasselbe aufs Quecksilber, zündet den Phosphor an, und stürzt darüber eine calibrierte Glasglocke, welche gerade 50 Kubikzoll Luft enthält, so werden, indem der Phosphor verbrennt, sich weiße, dicke Nebel erzeugen, welche sich als ein weißes, flockiges Pulver auf der Quecksilberfläche und an den Wänden der Glocke niederschlagen, und das Quecksilber in der Glocke selbst ansteigen; $10\frac{1}{2}$ Kubikzoll Luft werden verzehrt, also der gesammte Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft, denn $50 : 10,5 = 100 : 21$. Die entstandne Phosphorsäure wiegt aber auch mehr, als der durchs Verbrennen verzehrte Phosphor, nämlich $2\frac{1}{2}$ mal so viel; sie enthält nämlich 56 Procent Sauerstoff. Bringt man dagegen in einen engen, mit Quecksilber gefüllten Glaszylinder ein kleines Stückchen Phosphor, erhitzt das Glas von Aussen, so daß der Phosphor schmilzt, läßt dann Sauerstoffgas blasenweis aufsteigen, so verbrennt der Phosphor und das Gas wird dabei Blase für Blase verzehrt.

Um die Feuererscheinung beim Verbrennen des Phosphors im Sauerstoffgas in einem größern Maßstab zu zeigen, bedient man sich gläserner Caravinen, die man mittelst eines Gasometers mit Sauerstoffgas füllt, und bringt ein Stückchen Phosphor, welches in einem kleinen eisernen Näpfchen mit einem langen Draht, Fig. 12 Tafel I., liegt, angezündet hinein, so verbrennt derselbe mit einem Glanz, den das Auge kaum zu ertragen vermag, wobei große Hitze entwickelt wird.

[Damit die Caravine nicht zerplatze, muß man nur wenig Phosphor, der vorher abgetrocknet, verbrennen, und den Stöpsel, durch welchen der Draht des Näpfchens gesteckt ist, nur lose auf die Mündung desselben auflegen.]

Die intensivere Erscheinung der Licht- und Wärmeentwicklung erklären wir uns daher, daß in der atmosphärischen Luft nur 21 Procent Sauerstoffgas, dagegen 79 Stickstoffgas sind, welches brennende Körper zum Verlöschn bringt, und zugleich Wärme entzieht, wodurch die brennenden Substanzen abgekühlt werden, weshalb das Verbrennen in der atmosphärischen Luft weit weniger intensiv ist. Einen andern Be-

lag für das so eben angeführte kräftigere Verbrennen der Körper im Sauerstoffgas giebt eine Stahl- (Uhr-) Feder. Bringt man eine solche an einem senkrecht absteigenden Draht horizontal befestigt, (wie Fig. 13 Tafel I. zeigt) nachdem man das Ende mit Schwamm versehen, und denselben angezündet hat, in eine mit Sauerstoffgas gefüllte Caravine, so entbrennt der Schwamm sogleich, macht das Ende der Stahlfeder glühend, wodurch auch diese unter prächtigem Funkensprühen verbrennt.

[Hat man ein mit Sauerstoffgas gefülltes Gasometer, z. B. ein *Pepys'sches*, siehe Tafel II. Fig. 3., so öffnet man den Hahn *a* und *d*, und hält vor die Löthrohrspitze *d* eine Weingeistflamme, macht die Feder in derselben heftig glühend, bis sie zu verbrennen beginnt, worauf man die Weingeistflamme entfernt.]

Dafs endlich die beim Verbrennen im Sauerstoffgas entwickelte Wärme weit gröfser ist, als die beim gewöhnlichen Verbrennen in atmosphärischer Luft, beweist Platin, welches, in Form eines feinen Drahtes vor dem Sauerstoffgebläse in einer Weingeistflamme erhitzt, in eine Kugel schmilzt, und selbst zum Verbrennen gebracht werden kann, wozu eine Hitze gehört, welche durch Ofenfeuer nicht hervorgebracht wird.

Die brennenden Körper verbrennen entweder mit oder ohne Flamme; diejenigen verbrennen mit Flamme, welche entweder an sich gasförmig sind, oder durchs Erhitzen dampfförmig werden, oder brennbare Gasarten entwickeln, wogegen alle feuerbeständigen, nicht flüchtigen Substanzen bloß zum Glühen kommen.

Die Flamme wird von Gasarten, welche zum Theil verbrennen, wo sie mit Sauerstoff in Berührung kommen, zum Theil, ohne zu verbrennen, bis zum Leuchten erhitzt sind, gebildet; die zu diesem Leuchten erforderliche Hitze übersteigt die des Weissglühens fester Substanzen gar sehr, was man sehr leicht dadurch beweisen kann, dafs ein dünner Platindraht in der Flamme einer Weingeistlampe mit doppeltem Luftzug sogleich weifs glüht, als man ihn hineinhält, ja dafs er mehrere Linien weit über die Flammenspitze gehalten, wo die Luft nicht leuchtet, sogleich glühend wird.

Läfst man Wasserstoffgas aus einer feinen Oeffnung ausströmen und zündet den Strom an, oder Weingeist mittelst eines Doctes brennen, und betrachtet die Flamme, so sieht man zwei verschieden helle Partien in derselben, einen innern dunkeln Kern, und einen hellen Saum. Nämlich nur dort, wo die heifsen Gaspartikel, die heifsen Dämpfe, mit der Luft selbst in Berührung treten, kann Verbrennen stattfinden, also auch Wärmeentwicklung, nicht aber im Innern jener Gas- und Dampfströme. Die zugespitzte Form der Flamme läfst sich dadurch erklären

dafs die in Cylinderform aufsteigenden Gase und Dämpfe mit der Luft in Berührung verbrennen, also in der Peripherie je höher je mehr verzehrt werden, abnehmen, wodurch die nach oben zu verjüngte kegelförmige Flamme sich erzeugt.

In einer Kerzenflamme, Oelflamme ist der Vorgang etwas zusammengesetzter. Man kann folgende Partien in ihr wohl unterscheiden:

1) einen dunkeln, kegelförmigen Kern im Innern, *a* Fig. 17 Tafel I, mit seiner Basis unmittelbar über dem Docht; 2) unten am Docht und an den Seiten desselben einen hellblauen Theil der Flamme *b, b*; 3) einen sehr hellleuchtenden, weissen Theil *c*, welcher den dunkeln Kegel *a* umgiebt und sich über ihn empor hebt und zuspitzt. Da, wo der dunkle Kegel am breitesten, ist diese leuchtende Partie am dünnsten, und wird im Verhältnifs, als der dunkle Kegel sich zuspitzt, breiter, und erreicht dann ihre grösste Helligkeit. 4) Endlich umgiebt diesen hell leuchtenden Theil ringsum ein wenig leuchtender Saum *d, d, d*, welcher nach oben zu etwas breiter wird.

Die Erklärung dieser Erscheinung ist folgende: Aus dem Wachs entwickeln sich, wie oben erwähnt wurde, durchs Anzünden brennbare Gasarten, und mit diesen zugleich auch unvollkommen zersetzte kohlenstoffreiche Dämpfe. So wie diese erhitzten brennbaren Luftarten mit der Luft in Berührung treten, erfolgt an der Peripherie der aufsteigenden Gassäule das Verbrennen in *d, d, d*. Das am untersten Theil der Flamme brennende Gas ist nicht so bedeutend erhitzt, wie weiter oben, daher die blaue Flamme an diesem Punkt. Weiter hinauf, wo die durchs Verbrennen erregte Hitze stärker ist, scheidet sich aus dem ölbildenden Kohlenwasserstoffgas, den kohlenstoffreichen Dämpfen des dunkeln innern Flammenkegel *a* Kohlenstoff aus, welcher ins Weissglühen kommt, wodurch der hell leuchtende Theil der Flamme *c* gebildet wird. Dieser ist unterhalb sehr schmal, weil dort die Hitze noch nicht so gross sein kann, als weiter oben.

[Dafs im Innern einer Flamme kein Verbrennen stattfindet, weil der Sauerstoff keinen Zutritt hat, beweist folgender Versuch: man zünde kochenden Alkohol in einem flachen Geschirr an, und halte in die breite Flamme ein kleines eisernes Löffelchen mit langem, winkelrecht gebogenen Stiel hinein, in welchem ein Stückchen Phosphor liegt. Dieser wird wohl schmelzen, aber nicht verbrennen, so wie man ihn aber mit der Luft in Berührung bringt, wird er sogleich Feuer fangen, und wieder auslöschen, wenn er ins Innere der Flamme versetzt wird.]

Hält man in eine Weingeistflamme ein Drahtgewebe, so dafs es in horizontaler Lage fast den Docht berührt, so wird man bemerken, dafs es nur da glühend wird, wo es mit der Peripherie der Flamme
in

in Berührung steht, wodurch ein glühender Ring sich bildet; im Innern desselben bleibt das Gewebe ohne Zeichen von Glühung. Dies kann man auch noch einfacher mit einem dünnen Draht beweisen, welchen man quer durch eine Weingeistflamme hält; man wird deutlich, besonders wenn man gegen eine dunkle Hinterwand sieht, bemerken, wie er nur an den Stellen glüht, wo er mit der Peripherie der Flamme in Berührung steht.

Nach *Davy's* Versuchen beruht das helle Licht einer Kerzenflamme fast ganz allein auf dem Erglühen des feuerbeständigen Kohlenstoffs in dem glühenden Theil der Flamme; aus demselben Grund sind auch die Flammen von Phosphor und Zink im Sauerstoffgas, von Kalium im Chlorgas so sehr leuchtend, weil auch bei diesen Verbrennungen feuerbeständige Körper erzeugt werden, nämlich Phosphorsäure, Zinkoxyd, Chlorkalium, welche durch ihr Weißglühen das Licht der Flamme verstärken. Alle Gase und brennbaren Dämpfe, welche bei ihrem Verbrennen wieder gasförmige Produkte liefern, als Wasserstoffgas, Kohlenoxydgas, Schwefel, brennen mit einer wenig leuchtenden Flamme, welche sogleich sehr verstärkt wird, wenn man einen feuerbeständigen Körper hineinbringt, als Platindraht, Amianthfäden, Zinkoxyd. Die Flamme des Knallgases (einer Mischung von 2 Raumtheilen Wasserstoffgas mit 1 Raumtheil Sauerstoffgas) sieht man am Tageslicht kaum, hält man aber irgend einen feuerbeständigen Körper, z. B. Platindraht, Kalkkugeln hinein, so wird derselbe so stark glühend, daß das Auge geblendet wird. Dasselbe findet mit der Flamme einer Weingeistlampe statt, welche mit Sauerstoffgas angeblasen wird.

[Eine solche Vorrichtung mit einem Kalkkugeln, welches von 4 Seiten her von durch Sauerstoffgas angeblasene Weingeistflammen ins Glühen gebracht wird, und in dem Focus eines Reflectors gestellt ist, hat neuerdings *Drummond**) in England zum Signallicht bei geodätischen Vermessungen benutzt.]

Entzieht man den brennenden und glühenden Gasarten den zum Verbrennen nöthigen Temperaturgrad, durchs Hineinhalten guter Wärmeleiter, so kann die Flamme nicht mehr bestehen. Einen je höhern Grad von Erhitzung brennbare Gase und Dämpfe erfordern, um verbrennen zu können, desto leichter kann durch die Wirkung abkühlender Körper, guter Wärmeleiter, die Flamme verlöschen. Hält man zum Beispiel ein aus Eisendraht gefertigtes Gewebe, welches 100 Oeffnungen auf den Quadratzoll hat, so geht die Flamme anfänglich nicht hindurch, so wie aber das Gewebe glühend ist, und glühend erhalten wird, so

*) P. A. Bd. 9. S. 170.

84 *Tabelle der durchs Verbrennen entwickelten Wärmemengen*

fast $\frac{1}{2}$, so muß die Menge der Luft zum wenigsten verdoppelt werden ein vollständiges Verbrennen hervorzubringen. Es sind daher um 1 $\frac{1}{2}$ trocknes Holz vollständig zu verbrennen mindestens 10 $\frac{1}{2}$, ja 12 $\frac{1}{2}$ = 107 bis 129 Kubikfuß erforderlich etc. Deshalb ist es nöthig allen Feuerungen eine große Menge Luft herbeizuschaffen, damit Verbrennen des Brennmaterials möglichst vollkommen geschehe, nicht zu viel im unverbrannten Zustand, als Rus, Brandharz, säure etc. in den Schornstein übergehe.

Ueber die durchs Verbrennen verschiedener Brennmaterialien erzeugte Wärme enthalten die beiden beifolgenden Tabellen das We

I. T a b e l l e

über die durchs Verbrennen verschiedner Brennmaterialien und Leuchtkörper erzeugte Wärme.

Nach den Versuchen von *Lavoisier, La Place, Rumford, Berzelius, Clément, Despretz.*

(*Péclet* und *Dumas* bezeichnen Angaben aus den Werken jener Sachverständigen ohne nähere Bezeichnung der Experimentatoren.)

Name des Brennmaterials	Schmelzt Eis	Erwärmt Wass von 0° bis 100°
1. Kilogramme.	Kilogramme.	Kilogramme
Wasserstoffgas	205	221,25 <i>Clém.</i> 234,00 <i>La Pl.</i> 236,40 <i>Despr.</i>
Kohlenwasserstoffgas		63,75 <i>Dalt.</i>
Öelbildendes Kwisgas		66,00 —
Kohlenoxydgas		18,57 —
Vollkommen trocknes Holz	48,88	36,66 <i>Clém.</i> 35,97 (<i>Péclet</i>)
Luftrocknes Holz 20% Wassergehalt	38,41	29,45 <i>Clém.</i>
Desgl. 25% Wassergehalt		26,00 (<i>Pécl.</i>) 27,00 (<i>Dumas</i>)
Holzkohlen	94	70,50 <i>Clém.</i> 73,00 (<i>Pécl</i>) 75,00 (<i>Dum.</i>)
Steinkohlen 1ter Qualität	94	70,50 <i>Clém.</i>

Tabelle der durchs Verbrennen entwickelten Wärmemengen. 85

Name des Brennmaterials	Schmelzt Eis	Erwärmt Wasser von 0° bis 100°
1. Kilogramme.	Kilogramme.	Kilogramme.
Steinkohlen 2ter Qualität 20% Aschengehalt	76,8	59,35 Clém.
„ fette, mittler Qualität		60,00 (Dum.)
Coaks von 10% Aschengeh.	84,6	63,45 Clém.
„ „ 15 „		66,00 (Dum.)
		65,00 (Pécl.)
Gewöhnlicher Torf	20	15,00 Clém.
Guter „		30,00 (Pécl.)
Torfkohle von 18% Aschengeh.		64,00 (—)
„ 20 „		63,00 (Dum.)
Baumöl		90,44 Rumf.
		111,96 Lav.
Gereinigtes Rüböl		93,07 Rumf.
Schwefeläther 0,728		80,30 —
Alkohol 99% Trall.		61,95 —
„ 84,5% „		52,61 —
Talg		71,86 La Pl.
		86,39 Rumf.
Weißes Wachs		94,79 —
		105,00 La Pl.
Steinöl 0,827		73,38 Rumf.
Phosphor		75,00 La Pl.
Terpentinöl		45,00 Dalt.
Name des Brennmaterials	Erwärmt Wasser von 0° bis 100°	1 preuss. Scheffel erwärmt Wasser von 0° bis 100°
1 Hectolitre.	Kilogramme.	preuss. Pfund.
Steinkohle	4800 (Dum.)	5631,75
Eichenkohle	2550 (Pécl.)	
	1875 (Dum.)	2202
Aschenkohle	2190 (Pécl.)	
Buchenkohle	1760 (—)	
	1875 (Dum.)	2202
Rüsterkohle	1670 (Pécl.)	

Name des Brennmaterials	Erwärmt Wasser von 0° bis 100°	1 preuss. Schei wärmt Wasser 0° bis 100°
1 Hectolitre.	Kilogramme.	preuss. Pfd
Birkenkohle	1530 (<i>Pécl.</i>)	
	1725 (<i>Dum.</i>)	1992,5
Kastanienkohle	1460 (<i>Pécl.</i>)	
Fichtenkohle	1600 (—)	
	1575 (<i>Dum.</i>)	1851
Pappelkohle	1090 (<i>Pécl.</i>)	
Coaks	1820 (—)	
	1980 (<i>Dum.</i>)	2338,9
Torfkohle	3000 (—)	3525,98 ?
1 Corde.		1 preuss. Kl
Eichenholz (<i>Querc. alba</i>)	68460 (<i>Pécl.</i>)	122176 ?
Aeschenholz	59740 (—)	106613
Buchenholz	56030 —	99992
Rüsterholz	44870 —	80076
Birkenholz	41020 —	73205
Kastanienholz	40350 —	72027
Fichtenholz	42630 —	76095
Pappelholz	30690 —	54773
Torf 2ter Qualität	60000 —	107094 ?
— desgl.	50000 (<i>Dum.</i>)	89231 ?

(Die Tabelle II. ist beigelegt.)

Die zum Verbrennen nöthige Luftmenge wird nun entweder Gebläse (Blasebälge, Cylinder-Kastengebläse, Wassertrommeln) Ofen geschafft, oder durch den Luftzug. Aus der Physik ist dass Luftzug dadurch entsteht, dass man die durchs Verbrennen Luft in einem Kanal, Schornstein, aufsteigen lässt; je größer Differenz zwischen der Temperatur und Dichtigkeit der im Sch aufsteigenden gegen die der umgebenden äussern Luft ist, desto ger wird das Nachströmen der kältern Luft in die Feuerstätte und umgekehrt.

[Es wiegen 100 preuss. Kubikfuß atmosphärischer Luft, bei 28 rometerhöhe, 0° Wärme und völliger Trockenheit 8,5624 Pfd 100° aber, indem sich die Luft von 0° bis 100° erwärmt u ihres Raums, den sie bei 0° hatte, ausdehnt, und sich die Dikeiten bei gleichem Druck umgekehrt wie die Räume verhält

II. Ueber edner Sorten Holz erzeugt wer. Von *Marcus Bull.*

Zu Seite 86.

Deutsche	Specifisches Gewicht der trocknen Kohlen.	Zeitraum, wäh- rend welchem in dem Prüfungs- raum eine Wärme von 10° F. durchs Verbrennen von 1 Pfund Material erhalten wurde.		Relativer Werth eines Schragen (<i>corde</i>) hinsicht- lich der entwik- kelten Wärme verglichen mit der von <i>Juglans squamosa</i> als Einheit.
		St.	Min.	
Amerikanische Aesc	0,547	6	40	0,77
**) Apfel - Birne (V	0,445	6	40	0,70
**) Gemeine Buche	0,518	6		0,65

Bemerkung. Klafter. — Diejenigen Hölzer, bei deren Namen

Ueber edner Sorten Stein- und on *Marcus Bull.*

	Gewicht in.	Zeitraum, während wel- chem in dem Prüfungs- raum eine Wärme von 10° F. durchs Verbren- nen von 1 Pfd. Material erhalten wurde.		Relativer Werth eines Bushel Kohlen hinsichtlich der ent- wickelten Wärme.
		St.	Min.	
Cannel Coal...		10	30	2,30
Liverpool » ...		9	10	2,15
Newcastle » ...		9	20	1,98
Scotch » ...		9	30	1,91
Karthaus » ...		9	20	2,08
Richmond » ...		9	20	2,05
Stony Creek » ...		9	50	2,43
Nußbaumkohle...		15	:	1,66
Ahornkohle.....		15		1,14
Eichenkohle.....		15		1,06
Fichtenkohle.....		15		0,75
Coak		12	50	1,26

Name des Brennmaterials	Erwärmt Wasser von 0° bis 100°	1 preuss. Scheffel er- wärmt Wasser von 0° bis 100°
1 Hectolitre.	Kilogramme.	preuss. Pfund.
Birkenkohle	1530 (<i>Pécl.</i>) 1725 (<i>Dum.</i>)	1992,5
Kastanienkohle	1460 (<i>Pécl.</i>)	
Fichtenkohle	1600 (—) 1575 (<i>Dum.</i>)	1851
Pappelkohle	1090 (<i>Pécl.</i>)	
Coaks	1820 (—) 1980 (<i>Dum.</i>)	2338,9
Torfkohle	3000 (—)	3525,98 ?
1 Corde.		1 preuss. Klafter.
Eichenholz (<i>Querc. alba</i>)	68460 (<i>Pécl.</i>)	122176 ?
Aeschenholz	59740 (—)	106613
Buchenholz	56030 —	99992
Rüsterholz	44870 —	80076
Birkenholz	41020 —	73205
Kastanienholz	40350 —	72027
Fichtenholz	42630 —	76095
Pappelholz	30690 —	54773
Torf 2ter Qualität	60000 —	107094 ?
— desgl.	50000 (<i>Dum.</i>)	89231 ?

(Die Tabelle II. ist beigelegt.)

Die zum Verbrennen nöthige Luftmenge wird nun entweder Gebläse (Blasebälge, Cylinder-Kastengebläse, Wassertrommeln) in Ofen geschafft, oder durch den Luftzug. Aus der Physik ist bekannt, daß Luftzug dadurch entsteht, daß man die durchs Verbrennen erhitzte Luft in einem Kanal, Schornstein, aufsteigen läßt; je größer die Differenz zwischen der Temperatur und Dichtigkeit der im Schornstein aufsteigenden gegen die der umgebenden äußern Luft ist, desto geringer wird das Nachströmen der kältern Luft in die Feuerstätte und umgekehrt.

[Es wiegen 100 preuss. Kubikfuß atmosphärischer Luft, bei 28 Barometerhöhe, 0° Wärme und völliger Trockenheit 8,5624 Pfund. Bei 100° aber, indem sich die Luft von 0° bis 100° erwärmt, dehnt sie ihres Raums, den sie bei 0° hatte, aus, und sich die Iden bei gleichem Druck umgekehrt wie die Räume verhalten.]

II. Ueber edner Sorten Holz erzeugt werd. Von *Marcus Bull.*

Zu Seite 86.

Deutsches	Specifisches Gewicht der trocknen Kohlen.	Zeitraum, wäh- rend welchem in dem Prüfungs- raum eine Wärme von 10° F. durchs Verbrennen von 1 Pfund Material erhalten wurde.		Relativer Werth eines Schragen (<i>corde</i>) hinsicht- lich der entwik- kelten Wärme verglichen mit der von Juglans <i>squamosa</i> als Einheit.
		St.	Min.	
Amerikanische Aesc	0,547	6	40	0,77
***) Apfel-Birne (V	0,445	6	40	0,70
***) Gemeine Buche	0,518	6		0,65
Bemerkung. — Klafter. — Diejenigen Hölzer, bei deren Namen				

Ueber edner Sorten Stein- und on *Marcus Bull.*

	Gewicht in Pfund.	Zeitraum, während wel- chem in dem Prüfungs- raum eine Wärme von 10° F. durchs Verbren- nen von 1 Pfd. Material erhalten wurde.		Relativer Werth eines Bushel Kohlen hinsichtlich der ent- wickelten Wärme.
		St.	Min.	
Cannel Coal....		10	30	2,30
Liverpool »		9	10	2,15
Newcastle »		9	20	1,98
Scotch »		9	30	1,91
Karthaus »		9	20	2,08
Richmond »		9	20	2,05
Stony Creek »		9	50	2,43
Nußbaumkohle...		15		1,66
Ahornkohle.....		15		1,14
Eichenkohle.....		15		1,06
Fichtenkohle.....		15		0,75
Coak		12	50	1,26

1375 : 1000 = 8,5624 : 6,2272, nur 6,2272 Pfund; folglich beträgt die Steigkraft 8,5624 — 6,2272 = 2,3352 Pfund. Gesetzt es sei ein Schornstein 150 Fufs hoch, die äufsere Luft habe eine Temperatur von 0°, die innere von 100°, so wird, von allen Hindernissen der Bewegung abgesehen, auch davon, dafs die Luft im Schornstein eine durchs Verbrennen veränderte Mischung und Dichtigkeit erlangt hat, die Schnelligkeit des Luftzugs 59,28 Fufs betragen. Aus der Physik ist nämlich bekannt, dafs die Geschwindigkeit, mit welcher Luft in einen, sei es luftleeren, oder luftgefüllten Raum einströmt, aus der Differenz der Dichtigkeit der einströmenden Luft und derjenigen, welche den Raum bereits erfüllt, gefunden werden kann. Bei Gleichheit des Drucks, unter welchem beide Luftsäulen stehen, bedingt das Temperaturverhältnifs eine Differenz. Denkt man sich nämlich die 150 Fufs hohe äufsere kalte Luftsäule von gleicher Temperatur, als die gleich lange innere, so würde sie dann eine Länge von 206,25 Fufs haben (denn $150 \times 100 \times 0,00375 = 56,25$), also um 56,25 Fufs jene übertreffen. Nun verhält sich aber die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft bei einer Druckhöhe von 56,25 Fufs gleich der zu dieser Fallhöhe gehörigen Endgeschwindigkeit, also $\approx \sqrt{15,62 \times 4 \times 56,25} = 59,28$ preufs. Fufs.]

Je höher daher der Schornstein ist, desto gröfser wird die Geschwindigkeit der in den Feuerraum einströmenden Luft sein, desto mehr Luft wird also in einer gegebenen Zeit mit dem Brennmaterial in Berührung kommen, weshalb das Verbrennen vollständiger, und die Entwicklung von Wärme vergröfsert. Daher auch bei Feuerungen, welche rauchen, sogleich durch Erhöhung des Schornsteins dem Uebel abgeholfen wird; denn das Rauchen ist die Folge eines unvollkommenen Verbrennens, es ist mit einer sogenannten trocknen Destillation zu vergleichen, durch welche organische Körper nicht gänzlich in binäre Verbindungen zersetzt werden, sondern auch mehrfach zusammengesetzte entstehen, wie Ruch, Holzessig, brenzliches Oel, Materien, welche bei gehörigem Zutritt von Luft nicht hätten entstehen können, indem sie noch brennbar sind. (Hiervon wird später in der Einleitung zur organischen Chemie weitläufiger gehandelt werden.)

[Hohe Schornsteine sind nicht genug zu empfehlen; in England verbindet man oft durch unterirdische Kanäle verschiedene Feuerungen mit einem einzigen sehr hohen Schornstein von 150 bis 175 engl. Fufs Höhe. *Péclet Traité de la chaleur, Paris 1828. 2 Tomes.* Uebersetzt von *Hartmann, Leipzig 1829.*]

Im Kleinen sieht man das so eben Gesagte an den Lampen bestätigt. Eine gewöhnliche Oellampe mit zusammengedrehten Docht brennt mit einer wenig leuchtenden rothen Flamme, giebt einen unangenehmen Rauch (Blak) von sich, erwärmt wenig, setzt viel Kohle im Innern der

Flamme am Docht ab, weil aus Mangel an einer genügsamen Menge Sauerstoff viele Theile unverbrannt entweichen. Wenn man dagegen den Docht, nach *Argand's* Weise, hohl verfertigt, so daß auch von Innen durch einen Luftstrom das Verbrennen eben so gut erfolgen kann wie von Aussen, einen gläsernen Schornstein aufsetzt, um den Zug hervorzubringen, so wird das Verbrennen vermehrt, die Hitze verstärkt, die Flamme hellleuchtend, das Rauchen aufgehoben; so wie aber der Schornstein abgenommen wird, oder die Zuglöcher zugehalten werden, ist das Verbrennen sogleich wieder unvollkommen, und alle vorigen Erscheinungen treten wieder ein, weil dadurch der Luftzug gehindert wird, also eine genügsame Menge Sauerstoff nicht mehr herbeigeschafft wird — Je stärker der Zug, je weniger der Docht verkohlt und je weniger erhitzt das Oel der Flamme zugeführt wird, desto heller leuchtend ist die Flamme. (Lampen mit Pumpen und Uhrwerk.)

Auch durchs Löthrohr wird eine grössere Hitze der Flamme hervor gebracht, als sie ohnedem besitzt. Es wird nämlich verdichtete Luft in das Innere der Flamme geblasen, wodurch auch hier vollständiges Verbrennen möglich, und die Wärmeentwicklung verstärkt wird. Eine mit dem Löthrohr angeblasene Flamme kann daher nicht so leuchten, wie eine gewöhnliche, indem hier nur wenige kohlige Theilchen zum Erglühen gelangen können, fast alles verbrannt wird; die Hitze concentrirt sich in der Spitze der Flamme.

Die Anordnung der einzelnen Partien in der mit einem Löthrohr angeblasenen Kerzenflamme muß daher auch eine andere sein, als in einer gewöhnlichen, vergleiche Fig. 18 Tafel I. mit Fig. 17. Die hellleuchtende Partie *c* wird beträchtlich kleiner, dagegen die brennende Partie *b* durch den Luftzutritt von Innen und Aussen weit grösser; der schwarze Kegel *a* verkürzt sich beträchtlich. Hält man einen oxydirbaren Körper in den Theil einer mit dem Löthrohr angeblasenen Flamme, wo das Verbrennen stattfindet, also der Luftzutritt beträchtlich ist, so wird auch in demselben auch oxydirt, bringt man dagegen einen oxydirten Stoff in den Theil einer angeblasenen Flamme, wo kein Verbrennen statt hat, so wird derselbe durch die brennbaren Luftarten, den hier befindlichen glühenden Kohlenstoff, seines Sauerstoffs beraubt, desoxydirt. — Reducirende d. i. desoxydirende und oxydirende Wirkung der Flamme. —

Die Bedingungen also, unter welchen allein das Verbrennen möglich ist, sind: freier Zutritt der Luft, und eine bestimmte Temperatur, welche die Fortdauer des Verbrennens geknüpft ist. Hebt man je eine dieser Bedingungen auf, so wird auch das Verbrennen aufgehoben.

Ohne Sauerstoff ist eine Oxygenation (Verbrennen) absolut unmöglich, selbst ein bedeutender Grad von Verdünnung der Luft ist hin-

chend, das Verbrennen aufzuheben, oder gar nicht eintreten zu lassen. Stellt man ein brennendes Wachlicht unter die Glocke der Luftpumpe, und pumpt die Luft aus, so brennt es mit immer matter werdenden Flamme, bis es sehr bald verlöscht; Schießpulver, Phosphor, Schwefel brennen nicht im möglichst luftverdünnten Raum, wird jedoch die Verdünnung nur bis auf $\frac{1}{50}$ getrieben, so verbrennt noch Phosphor; Knallgas bis auf $\frac{1}{8}$ verdünnt, wird durch elektrische Funken nicht mehr entzündet. Bringt man ferner einen brennenden Körper in kohlen-saures, schweflig-saures Gas, Chlorgas, Stickstoffgas, in Luftarten, welche theils keinen Sauerstoff enthalten, theils nicht im Stande sind, Sauerstoff an den brennbaren Körper abzutreten, so muß derselbe verlöschen. Selbst dadurch, daß man zur atmosphärischen Luft von jenen genannten Gasarten zu viel hinzumischt, kann das Verbrennen unmöglich gemacht werden, obgleich dann Sauerstoffgas nicht ganz mangelt, aber von vielen andern zum Unterhalten des Verbrennens nicht tauglichen Lufttheilchen umgeben ist, welche auch dadurch noch nachtheilig einwirken, daß sie Wärme entziehen. Endlich kann auch noch, wie z. B. beim Knallgas, durch ein unzweckmäßiges Verhältniß des brennbaren Stoffes zum Sauerstoff das Verbrennen unmöglich werden; 1 Raumtheil Wasserstoffgas und 26 Raumtheile Sauerstoffgas, oder 1 Raumtheil Sauerstoffgas und 16 Raumtheile Wasserstoffgas entzünden sich nicht mehr durch den elektrischen Funken, ebenso nicht 1 Rmthl. Oelgas (von den tragbaren Gaslampen) und 25 Rmthl., oder weniger als 8 Rmthl. atmosphärische Luft.

Soll ein Körper brennen, so muß er stets auf einem bestimmten Temperaturgrad erhalten werden, bei welchem das Verbrennen möglich ist, wird er unter diesen abgekühlt, so muß er verlöschen. Man bläst eine Kerzenflamme aus, indem man nicht allein das regelmäßige Aufsteigen des brennbaren heißen Gasstroms stört, die heißen Gase zerstreut, sondern hauptsächlich dieselben so abkühlt, daß sie nicht mehr brennen können. Warum gelingt dies nicht bei einer glimmenden Kohle? weil hier der brennbare Körper kein Gas ist, welches zerstreut und dadurch abgekühlt werden kann. Die feuerlöschende Eigenschaft des Wassers beruht hauptsächlich auf der erkältenden Wirkung desselben. So wie nämlich Wasser auf einen brennenden festen Körper, Kohle, Holz etc. gegossen wird, entzieht es demselben, indem es verdampft, viel Wärme. Wasser von 0° Wärme bedarf, um in siedend heißen Dampf verwandelt zu werden, 640° Wärme. Der erzeugte Dampf umgiebt den brennenden Körper, so daß die Luft keinen freien, ungehinderten Zutritt zu ihm hat.

Wenig Wasser bei großem Feuer hilft nicht nur nichts, sondern vermehrt im Gegentheil noch das Verbrennen kohligter Substanzen. Des-

halb befeuchtet man die Kohlenlöschke, die Steinkohlen in den Schmiedefeuern; man leitet selbst Wasserdämpfe in Feuerungen, wo man Steinkohlen brennt, welche wenig Wasserstoff enthalten (Sinterkohlen, Sandkohlen), oder auch Coaks, um dadurch eine große Flamme zu erhalten, und größere Hitze zu gewinnen. Der Grund hievon ist der, daß glühende kohlige Körper das Wasser zerlegen, den Sauerstoff aufnehmen, wodurch ihr Verbrennen beschleunigt wird, den Wasserstoff aber gasförmig entbinden, welcher sogleich wieder in Flammengestalt durch den Sauerstoff der Luft verbrennt, und durch sein Verbrennen die Hitze beträchtlich vermehrt. Deshalb hebt heißer Wasserdampf das Rauchen der Flammen von fettem und flüchtigem Oel, Theer sogleich auf, sie brennen heller und ohne Rauch. (*Morey's Water-burner*, Wasserbrenner *)).

[Bei im Hohofen von Schierke, am Harz, angestellten Versuchen wurde das wöchentliche Ausbringen an Roheisen mittelst Holzkohlen von 228 Centner durch stetes Einströmen von Wasserdampf in die Form auf 352 Centner gesteigert E. J. Bd. 2. S. 509. — Man kann unter dem Rost, bei Steinkohlenheizung, ein Wassergefäß anbringen, in welches die kleinen Kohlen und die Asche fallen, wodurch Wasserdampf erzeugt wird, der durch den Rost aufsteigt, und einmal denselben von unten kühlt, sodann das Verbrennen befördert.]

Auflösungen von Salzen, Wasser, in welchem Lehm, Thon zerührt ist, werden als vorzüglich geeignet empfohlen, Feuer zu löschen. Erstere sind im Großen des Preises wegen nicht anwendbar, letzteres verstopft die Spritzenröhren; beiderlei Materien halten aber dadurch, daß sie auf den brennenden Körpern eine Kruste, einen Ueberzug bilden, die Luft ab, wenn nicht jene Decke durch die Erhitzung abspringt. Auf demselben Princip beruht auch der Gebrauch einiger Salze, mittelst welcher man Holzwerk, Leinwand, Papier unverbrennlich zu machen versucht hat, z. B. des Boraxes und Salmiaks zu gleichen Theilen, des Alauns, phosphorsauren Natron-Ammoniaks, des Wasserglases u. a. m. Diese Substanzen schmelzen in der Hitze und bilden einen dichten, glasartigen Ueberzug auf der Oberfläche jener Materien, wodurch der Zutritt der Luft gänzlich abgehalten wird, also kein Verbrennen stattfinden kann, deshalb wird aber eine Verkohlung nicht unmöglich gemacht.

Wenn Oel brennt, so ist Wasser darum nicht anwendbar, weil erstlich Wasser schwerer ist, als Oel, also das Oel nicht bedeckt und die Luft nicht abzuhalten vermag, zweitens das brennende Oel eine

*) Sillim. American Journal Vol. 2. pag. 119. 122. Vol. 7. pag. 141.

solche Hitze besitzt, daß das Wasser, welches vermöge seines specifischen Gewichts unter das Oel herabsinkt, in Dämpfe von großer Spannung verwandelt wird, welche das brennende Oel umherschleudern. In einem solchen Fall ist das Beste, das Gefäß fest zu verschließen, und es aufzustreuen.

Oben Seite 76 ist bereits angeführt worden, daß sich brennbare Körper mit Sauerstoff verbinden können, auch ohne daß eine Feuererscheinung dabei stattfindet, indem die Vereinigung sehr langsam erfolgt, oder die Temperatur zu niedrig ist. So verbinden sich bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft mehrere Metalle mit dem Sauerstoff, oxydiren sich, als Kalium, Natrium, Barytium, Eisen, Zink, Mangan, Blei, ohne daß dabei eine merkliche Wärme- und Lichtentwicklung stattfindet; Stickstoffoxydgas vereint sich selbst in der größten Kälte augenblicklich mit Sauerstoff zu salpetriger Säure, reducirter farbloser Indig mit dem Sauerstoff der Luft zu blauen Indig; Kohle erzeugt mit dem Sauerstoff der Luft Kohlensäure bei einer Temperatur, welche etwas höher ist, als wo Quecksilber kocht (360°), ohne dabei zu glühen. Mengt man Kohlenwasserstoff- und Sauerstoffgas, taucht in das Gemeng einen spiralförmig gewundenen heißen Platindraht, so wird er sogleich glühend, und fährt fort zu glühen, so lange als das Gemeng noch entzündlich ist; eben so verhalten sich Gemenge von ölbildendem Kohlenwasserstoff-, Kohlenoxyd-, Wasserstoff- und Cyangas mit atmosphärischer Luft, selbst Dämpfe brennbarer Materien als Alkohol-, Aether-, Stein- und Terpentinöl-, Kampherdämpfe^{*)}. Außer Platindraht kann auch Palladium- und Stahldraht, (Kupferdraht) nicht aber Gold- und Silberdraht angewendet werden.

Hierauf gründete Davy^{**)} eine Verbesserung seiner Sicherheitslampe; er brachte nämlich einen gewundenen Platindraht über der Flamme des Dochtes an, so daß er glühend wird. Verlöscht nun die Flamme aus irgend einem Grund, z. B. durch zu großes Vorwalten des Kohlenwasserstoffgases, so wird der Draht, welcher fortfährt zu glühen, hinreichend Licht geben, um dem Bergmann zu leuchten.

Ganz auf dieselbe Art verhält sich die Glühlampe, *lampe sans flamme*, *aphlogistic lamp*, welche Clarke und Gill einrichteten. Man nimmt einen Platindraht von 0,01 engl. Zoll Stärke, bildet 8 bis 10 Spiralwindungen, hängt die kleine Spirale mittelst eines gebogenen Platindrahtes, den man in den Docht einer Weingeistlampe einsteckt, über dem Docht auf; ist die Platinspirale durch den angezündeten Docht ins Glühen gekommen, so setzt man, um die Flamme zu lö-

^{*)} G. A. Bd. 56. S. 166. 247. ^{**)} Daselbst Bd. 61. S. 251.

schen, auf ein Moment die Kappe auf die Lampe, und nimmt sie sogleich wieder ab, so fährt der Platindraht fort zu glühen, so lange noch Alkohol verdunstet; er leuchtet im Dunkeln ziemlich stark. (Räucherlämpchen, wenn man aromatischen Spiritus anwendet, und eine mit Platinschwamm überzogene dünne, hohle Glaskugel; siehe unter Wasserstoffgas). Füllt man die Lampe mit Aether, so ist das Glühen noch heftiger; die bei solchem Erglühen sich erzeugende brenzliche Essigsäure (Lampensäure, Aethersäure) ist für die Geruchs- und Athmungswerkzeuge lästig. — Ueber *Döbereiner's* Entdeckung der merkwürdigen Eigenschaft des Platinschwamms, Wasser- und Sauerstoffgas zu Wasser zu vereinigen, wodurch erster ins Glühen kommt, wird unter „Wasserstoff“ das Nähere mitgetheilt werden.]

Als Anhang zu dem Gesagten folgt die Beschreibung des Desoxydationsprozesses, eines Vorgangs, durch welchen oxydirten Körpern der Sauerstoff entzogen wird. Dies geschieht entweder a) durch blosses Erhitzen, oder b) durch Hitze unter Mitwirkung eines andern Stoffes, welcher zum Sauerstoff grosse Verwandtschaft besitzt. Sind es Metalloxyde, welche desoxydirt werden, so nennt man den Prozess Reduction.

a) Durchs Erhitzen allein können nur diejenigen Körper ihres Sauerstoffs beraubt werden, welche denselben nicht fest gebunden enthalten, als z. B. die Oxyde edler Metalle, Gold-, Platin-, Silber-, Quecksilberoxyd. Die Ueberoxyde geben in der Hitze nur einen Theil ihres Sauerstoffgehalts ab, nicht die ganze Menge, als Braunstein, Mennige u. a. m. Durch die höchsten Hitzegrade, welche man nur durchs Knallgasgebläse erreichen kann, sollen auch selbst Erden ohne Reduktionsmittel desoxydirt werden.

b) Mehrere Stoffe haben theils an sich, theils im erhitzten Zustand sehr grosse Verwandtschaft zum Sauerstoff und sind daher im Stande, andern oxydirten Körpern denselben zu entziehen. Solche Materien sind: Kalium, das kräftigste Mittel um zu desoxydiren, Wasserstoff, Kohlenstoff, (Öle, Fette, Harze, welche vielen Wasser- und Kohlenstoff enthalten). Im Grossen gebraucht man nur allein die Kohle, wie in den Hüttenwerken um Eisen-, Kupfer-, Blei-, Zink-, Zinnoxid zu desoxydiren, und aus ihnen das Metall zu gewinnen. Es ist jedoch bei der Anwendung des Kohlenstoffs nicht zu übersehen, dass sich viele Metalle im Moment der Reduction mit Kohlenstoff verbinden, wodurch keine reinen Metalle beim Verschmelzen der Erze mit Kohlen erhalten werden, sondern Metalle, die bald mehr bald minder mit gekohlenstofftem Metall verbunden sind. Dies ist zum Beispiel beim Roheisen, beim Zink, (beim Mangan, Uran) der Fall. Will man daher Metalle im Kleinen

rein erhalten, so muß man deren Oxyde durch Wasserstoffgas desoxydiren, eine Methode, welche erst in der neuern Zeit üblich geworden ist.

Zu dem Ende bedient man sich folgenden Apparats: man entbindet in einer Entbindungsflasche, siehe Fig. 15 Tafel I., Wasserstoffgas, leitet es durch eine mit Chlorcalcium gefüllte Röhre, Fig. 27, hindurch in den Reductionsapparat, welcher aus einer in der Mitte zu einer dünnen Kugel ausgeblasen Glasröhre besteht, in welcher sich der zu desoxydirende Körper befindet. Sobald als das Wasserstoffgas eine Minute lang durch den Apparat geströmt, und alle atmosphärische Luft ausgetrieben hat, bringt man eine Spiritusflamme unter die Kugel, und giebt bald gelindere, bald heftigere Hitze, durch welche, wie in dem *Döbereinerschen Versuch*, eine Wasserbildung befördert wird, indem das Oxyd seinen Sauerstoff an das Wasserstoffgas abtritt, wobei das reducirte Metall lebhaft glüht. Schüttet man das bei möglichst niedriger Temperatur reducirte, noch warme, staubförmige Metall aus der Röhre aus, so pflegt es oft, wie ein Luftzündler, sich zu entzünden. Dies zeigen besonders Eisen, Kobalt, Nickel, Uran *), welche schon bei 360° reducirt werden. Einmischungen von Kohle, Thonerde, Kiesel-erde stören diese Erscheinung nicht, können eher noch förderlich sein, indem sie die Theilchen des Metalls vor dem Zusammenbacken in der Hitze bewahren. Hierauf ist die Anwendung des mit Thonerde vermischten Platinschwamms zu eudiometrischen Untersuchungen begründet, wovon später mehr.

Aber nicht alle Metalle werden auf diese Weise reducirt, folgende Oxyde werden z. B. dadurch nicht desoxydirt: Zink-, Mangan-, Chrom-, Titan-, Cerer-, Tantaloxyd.

[*Pyrophore*, Luftzündler, nennt man Materien, welche die Eigenschaft besitzen, sich von selbst zu entzünden, so wie sie mit der Luft in Berührung kommen. Es beruht dieser Vorgang auf einer Oxydation, welche von der Lockerheit, Porosität, eignen elektrochemischen Bethätigung abhängt, und mit Feuererscheinung verknüpft ist. Zu den pyrophorischen Substanzen gehören nicht allein obige fein zertheilte Metalle, sondern auch selbst fein gevulverte, frisch ausgeglühte Holzkohle, Rus, fein gepulvertes und etwas angefeuchtetes Arsenikmetall, mit Kohle gemengtes Schwefelkalium (durchs Glühen von schwefelsaurem Kali mit Kohle, auch durchs Glühen von Alaun, d. i. schwefelsaure Thonerde + schwefelsaurem Kali mit Kohle erhalten) u. a. m.]

*) P. A. Bd. 3. S. 81.

Z w e i t e s K a p i t e l .

Vom Wasserstoff.

Wasserstoff, *Hydrogène* *), *Hydrogen*, Wasserstoffgas, wurde von *Capendish* 1766 zu bereiten gelehrt, und hieß früher brennbare, inflammable Luft. Es kommt nirgends in der Natur rein vor, macht den zweiten Bestandtheil im Wasser aus, 11,1 Gewichtsprocente; es ist in allen organischen Körpern enthalten, mit Ausnahme der Sauer- und Honigsteinsäure.

Man stellt das Wasserstoffgas aus dem Wasser entweder mittelst der *Voltaschen Säule*; glühendem Eisen, oder mittelst Zink und Schwefelsäure dar.

a) Mittelst der *Voltaschen Säule*. Schon ein einzelnes Plattenpaar (Zink und Platin) vermag Wasser zu zersetzen, wenn dem Wasser zur bessern Erregung und Schließung der Kette ein klein wenig Säure zugesetzt wird; noch wirksamer geschieht diese Wasserzersetzung durch die *Voltasche Säule*. Am — Pol sammelt sich das Wasserstoffgas, während sich am + Pol das Sauerstoffgas abscheidet. Man hat zu dem Ende einen Apparat, welcher dazu dient, beide Gase, ein jedes für sich, aufzufangen. — Das reinste Gas.

b) Man zerlegt das Wasser mittelst Zink und Schwefelsäure. Zu dem Ende bedient man sich einer Entbindungsflasche *Tafel I. Fig. 15*, thut gekörnten Zink oder Streifen Zinkblech hinein, schüttet Wasser und $\frac{1}{2}$ concentrirte Schwefelsäure dazu, und läßt die ersten Portionen des sich entbindenden Gases entweichen, da es mit atmosphärischer Luft vermischt ist. (Gekörnter Zink wird erhalten, wenn man Zink schmelzt und in Wasser gießt, während dasselbe mit einem Ruthenbesen stets umgerührt wird.) Jedoch ist das so erhaltne Gas unrein, es besitzt einen widrigen Geruch, dies kommt daher, daß aller Zink Kohlenstoff enthält, welcher, während der stattfindenden Wasserzersetzung, sich mit etwas Wasserstoff verbindend, eine ölartige, flüchtige Substanz bildet, die sich in Dampfform dem Gas beimengt, und dadurch abgeschieden werden kann, daß man das stinkende Gas durch Aetzkalklauge, oder Alkohol leitet, welcher trüb wird, und das ölige Wesen aufnimmt.

Das Produkt bei diesem Prozeß ist schwefelsaures Zinkoxyd.

c) Will man Wasser durch glühendes Eisen zerlegen, so bedient man sich eines Apparats, welcher auf *Tafel I. Fig. 29* abgebildet ist. Man treibt durch ein glühendes Flintenrohr, welches mit dünnem Eisendraht angefüllt ist. Wasserdämpfe, indem man am einen Ende des Rohrs eine Retorte mit demselben in Verbindung bringt, in welcher Was-

*) d. h. Wasser bildender Stoff.

ser durch eine Spirituslampe kochend erhalten wird. Um das Rohr glühend zu machen, dient der Röhrenofen. Am andern entgegengesetzten Ende ist ein Glasrohr angebracht, um das entwickelte Wasserstoffgas in ein Gasometer, oder in den pneumatischen Apparat zu leiten. In der Röhre bildet sich durch den Sauerstoff des Wassers reinstes Eisenoxydul. — Diese Methode ist umständlich, jetzt weniger üblich. (Auf eine ähnliche Weise kann sich in eisernen Dampferzeugern, wenn sie rothglühend werden, Wasser zersetzen und Wasserstoffgas entwickeln).

Das Wasserstoffgas ist farb-, geruch- und geschmacklos, spezifisches Gewicht 0,0688 bis 0,0689, daher wiegen 100 Kubikzoll bei 28 Zoll Barometerhöhe und 0° Wärme 0,01095 Loth, 1 Kubikfuß 0,18924 Loth, es ist also fast 15 mal leichter als atmosphärische Luft — der leichteste aller Körper —, das Lichtbrechungsvermögen 0,47, die Wärmecapacität 0,9033. Es ist brennbar, wird durch brennende Körper, elektrische Funken entzündet, und verbrennt mit einer matten, gelblichen Flamme, unter Entwicklung von grosser Hitze. Es ist zum Athmen untauglich; obschon es ein Paar mal ohne grossen Nachtheil geathmet werden kann, so macht es doch bei fortgesetztem Gebrauch Brustbeklemmung und Ohnmacht, tödtet durch Sauerstoffentziehung.

Man benutzt Wasserstoffgas: 1) zur elektrisch-chemischen Zündmaschine, Tachypyrion, (Schnellfeuerzeug). Sie wurde 1770 von *Fürstenberg*, in Basel, unter dem Namen Brennluftlampe, erfunden, später vielfach verbessert; man verfertigte sie anfangs aus metallnen, jetzt aus gläsernen Gefässen. In der Hauptsache entbindet man aus Wasser, Zink und ein wenig Säure (Schwefel- oder Salzsäure) Wasserstoffgas, welches durch hydrostatischen Druck verdichtet wird, daher beim Oeffnen eines Hahns in einem Strom ausbläst; zugleich wird durch die Drehung des Hahns der Deckel eines unterhalb befindlichen Elektrophors gehoben, ein Funke schlägt durch den Gasstrom, und zündet denselben an, so daß eine Flamme aus der Mündung des Hahns ausgeht, welche so lange fortbrennt, als der Hahn in jener Stellung erhalten wird. In der neuesten Zeit hat man das Elektrophor ganz weggelassen, und statt desselben zur Entzündung des Wasserstoffgases Platinschwamm, oder mit demselben überzogenen feinen Platindraht angewendet, auf welchen dasselbe bläst. Fig. 19 Tafel I. stellt eine so eingerichtete Zündmaschine dar.

[Es ist in einem cylindrischen Gefäß ein nach unten konisch sich erweiterndes Glas so eingesetzt, daß eine an dem engern Theil ange kittete metallne Kappe nach dem gekrümmten Gasrohr führt, welches mit einem Hahn verschlossen ist. An einem Stab, welcher in dem in-

nern Glas herabsteigt, ist ein Stück Zink befestigt, welches aus dem angesäuerten Wasser das Gas entbindet. So wie dies geschieht, muß natürlich die Flüssigkeit im innern Gefäß sinken, und im äußern steigen, die Gründe lehrt die Physik. In dem Deckel ist eine Oeffnung angebracht, um die atmosphärische Luft frei ein- und auszulassen. Bemerkenswerth ist dabei, daß die Gasentbindung nur so lange andauert, bis das eingeschlossene Gas einen gewissen Grad von Dichtigkeit erlangt hat, um durch seine Spannung das Entwickeln des Gases zu behindern. So wie man aber Gas herausläßt, die Spannung also abnimmt, fängt auch die Gasentwicklung wieder an.]

2) Zur Füllung der Aërostaten, oder Luftbälle. *Charles* war der erste, welcher 1783 Wasserstoffgas zur Füllung angewendete; er machte mit *Robert* zusammen am 1. December desselben Jahres eine Luftfahrt mit einem solchen Aërostaten. Später stellten *Blanchard* und *Garnerin* als Schausteller viele Luftfahrten an. Um zu diesem Behuf das Gas zu entbinden, bedient man sich des Eisens (aber nicht Gulseisens), entwickelt es in Fässern, aus welchen es in ein größeres, mit Wasser abgesperrtes, Faß eintritt, welches als Gasometer dient. Auch muß das Gas durch Wasser streichen, um dort die mit fortgerissne Schwefelsäure abzusetzen, welche sonst den Ballon zerstört. Das auf diese Art dargestellte Gas ist höchstens 8 mal leichter, als atmosphärische Luft. Nach Versuchen geben 3 Kilogramme Eisen, 5 Kilogr. conc. Schwefelsäure und 30 Kilogr. Wasser mindestens 1 Kubikmeter Gas, also 6,41 $\%$ Eisen, 10,69 $\%$ Ss., 64,14 $\%$ Wasser, 32,35 preuß. Kubikfuß Wasserstoffgas.

[Die Ballons werden aus Taffet gemacht, mit einem Firniß aus einem trocknenden fetten Oel mit Terpentinöl bestrichen. Ein Ballon von 6 Mèter Durchmesser hat einen Inhalt von 179,59 Kubikmeter, eine Steigkraft von 177,03 Kilogramme; ein Ballon von 10 Mèter Durchmesser 523,60 Inhalt, 549,78 Kilogr. Steigkraft. (Man rechnet nämlich das Gewicht eines Quadratmeters gefirnißten Taffts zu $\frac{1}{4}$ Kilogramme). Wenn nach Abrechnung des Gewichts der Stricke, Gondel, Menschen, Sandsäcke etc. der Ballon noch 2 bis 3 Kilogramme Steigkraft hat, so ist dies völlig hinreichend.

Ein Ballon von Goldschlägerhäutchen mit Wasserstoffgas gefüllt, welches über Chlorcalcium getrocknet worden ist, steigt schon, wenn er auch nur 6 Zoll Durchmesser hat.]

3) Zu eudiometrischen Prüfungen der Luftarten, (siehe unter „Luft“).

4) Zu Reductionen, (vergleiche „Desoxygenation“ Seite 92, 93).

5) Zur Darstellung von Knallluft und Wasser.

[6) Zur Zersetzung des Chlorgolds, um Bänder mit Gold zu bedrucken.]

Ver-

Verbindungen des Wasserstoffs mit Sauerstoff. Es giebt deren zwei, erstlich ein Oxyd, das Wasser, zweitens ein Ueberoxyd.

Das Wasser, *Eau*, *Water*, ist das Oxyd des Wasserstoffs; es kommt in der Natur vor in festem, tropfbarem und luftartigem Zustand, als Eis, Schnee, Reif, Regen-, Fluß-, Quellwasser, Mineralwasser aller Art, Dampf und Dunst, oder Nebel. Viele Körper des unorganischen und organischen Reichs enthalten Wasser als Bestandtheil chemisch gebunden.

Wasser kann gebildet werden aus seinen Bestandtheilen Sauer- und Wasserstoffgas; zündet man nämlich letzteres an, so verbrennt es und Wasser ist das Produkt; auch ohne Feuererscheinung können sich beide zu Wasser mit einander vereinigen.

[Der erste, welcher bemerkte, daß beim Verbrennen des Wasserstoffgases Wasser entstehe, war *Macquer* 1776; *Cavendish* stellte 1781 Wasser in größerer Menge dar; seine Versuche wurden wiederholt von *Monge* 1783, von *Lavoisier* und *Meusnier* 1785, welche sich dabei zuerst der Gasometer bedienten; (vergleiche den Artikel „Gasometer“ Seite 40) sie erhielten $5\frac{1}{2}$ Unzen und 41 Grän französisch Gewicht Wasser, welches jedoch etwas Salpetersäure enthielt, die von zugleich mit verbranntem Stickstoffgas herrührte, indem etwas atmosphärische Luft die Gase verunreinigt haben mochte. Später stellten *Seguin*, *Fourcroy* und *Vauquelin* 1790 den größten Versuch, und zugleich den gelungensten an, sie erhielten $12\frac{1}{2}$ Unzen 45 Grän völlig reines, von Salpetersäure freies, Wasser; der Versuch dauerte 185 Stunden. (Eine Abbildung des *Lavoisier'schen* Apparats findet man in seinem *Traité élémentaire de chimie* pag. 346. Den verbesserten und vereinfachten Apparat nach *Thénard*, in dessen *Traité de chimie* Tom. I. Table XXV.)]

Um die Wasserbildung durch einen Versuch zu zeigen, dient folgender Apparat: man entbindet Wasserstoffgas in einer Flasche, wie bereits angegeben, zündet das ausströmende Gas an, und leitet in eine lange, schmale, tubulirte Glocke, die unten, nicht wie gewöhnlich ohne Boden, sondern mit einem etwas aufwärts gekrümmten Boden (wie eine Wassercaravine), versehen ist, der in der Mitte ein Loch hat, die Mündung des Gasleitungsrohrs. So wird das durchs Verbrennen erzeugte Wasser an den innern Wänden herabrinnen und am Boden sich sammeln. Man kann sich auch eines kostspieligern und umständlichern Apparats bedienen, wie er von *Newman*, in London, gefertigt wird, der bereits vorn Seite 44 beschrieben, und auf Tafel I. Fig. 33 abgebildet ist.

Zur Wassererzeugung bedient man sich eines Gemengs von 1 Raumtheil Sauerstoff- und 2 Raumtheilen Wasserstoffgas, welches man Knallluft, Knallgas nennt, wegen des Knalls, den es beim An-

zünden erzeugt. Es ist durch sehr genaue Versuche von *Gay-Lussac* und *A. von Humboldt* ermittelt, daß beide Gasarten sich gerade in diesen einfachen Raumverhältnissen mit einander vereinigen und Wasser bilden. Die Knallluft wird nicht nur durch einen elektrischen Funken, sondern auch durch brennende Körper, durch rasches Verdichten entzündet.

[Knallende Seifenblasen; man füllt eine Blase mit Knallluft, (wie man dies bewerkstelligt, ist vorn Seite 43 gelehrt worden), steckt ein Rohr mit hörnernem Mundstück auf das Hahnstück der Blase, und macht mit Seifenschäum Blasen, welche man, indem sie emporsteigen, anzündet. — Knallpistole, ein aus Messingblech verfertigtes Rohr, mit einem isolirten Draht, welcher, bis auf 1 Linie Abstand von der gegenüberstehenden Wand, in das Innere luftdicht hineingeht. Füllt man dieselbe mit Knallluft, pfropft die Oeffnung mit einem Kork zu, läßt einen elektrischen Funken durch den Draht schlagen, so wird der Pfropf mit heftigem Knall abgeworfen. — Entzündung einer mit Knallluft gefüllten Blase durch einen elektr. Funken aus einer geladenen Flasche. — Chemische Harmonika; man läßt einen Wasserstoffgasstrom in einer an beiden Enden offenen Glasröhre brennen, wodurch ein heulender Ton erzeugt wird. Es kommt nämlich die in der Röhre enthaltne Luftsäule durch eine Reihe stetig auf einander folgender Detonationen in tönende Längenschwingungen. Von *Higgins* 1777 beschrieben.]

Woher der heftige Knall? Zweierlei kommt hier in Betracht: erstlich die Erzeugung von Wasserdampf durchs Verbrennen des Wasserstoffgases, zweitens dessen plötzliche Condensation. Im Moment der Vereinigung der beiden Gasarten wird durch die große Hitze das erzeugte Wasser in Dampf von ungemein großer Spannung plötzlich verwandelt, die Folge davon ist, daß derselbe einen weit größern Raum einnimmt, als die Gase vorher, daher die Luft wegdrückt, Gefäße zertrümmert, um sich einen Ausweg zu bahnen, gleich wie dies auch mit dem Pulver beim Abbrennen der Fall ist. Alsbald wird aber derselbe durch die kältere umgebende Luft abgekühlt, condensirt, und deshalb entsteht ein luftleerer Raum, in welchen die umgebende Luft sich eindringt, welches auch zu dem so heftigen Knall beiträgt; (letzteres findet auch bei dem Experiment mit den magdeburger Halbkugeln statt, wenn sie auseinander gezogen werden).

Da beim Verbrennen der Knallluft ein so hoher Hitzegrad erreicht wird, so hat man sich desselben bedient, um durch die Flamme des brennenden Gasstroms Körper zu schmelzen, welche sonst im Feuer unschmelzbar sind. Ein ziemlich starker Platindraht schmilzt sogleich, verbrennt selbst mit Funkensprühen; so schmelzen auch Kalk, Baryt,

Magnesia. Die große Hitze beim Verbrennen des Wasserstoffgases bemerkte *Hare*, in Philadelphia, bereits 1802; ein Gebläse, mittelst welchem Knallluft in eine Flamme getrieben wird, Knallgasgebläse, *Gas Blow-Pipe*, wurde von *Newman* ^{*)}, in London, nach *Brook's* Angabe ausgeführt.

[Es besteht aus einem Behälter, in welchem mittelst einer Druckpumpe Knallluft, welche sich in einer Blase an der Pumpe befindet, hineingedrückt wird; ist dies geschehen, so schließt man den Hahn an der Pumpe. Soll das Gas ausströmen, so öffnet man einen andern Hahn, worauf es durch eine lange feine Röhre ausbläst. Da aber Unglücksfälle eintraten, indem das Gas im Behälter sich entzündete, denselben mit fürchterlichem Knall zertrümmerte, so hat man auf Vorsichtsmaßregeln Bedacht genommen; das sicherste ist, daß man zwischen Hahn und der Mündung der Röhre eine kleine Büchse anbringt, mit Scheibchen von feinem Drahtgeflecht, eins hinter dem andern, auf einen Zoll Länge, wodurch eine Entzündung des Knallgases in dem Behälter durch diese Scheibchen hindurch unmöglich wird. Abänderungen dieses Instruments sind besonders in England vielfältig gemacht worden.]

Döbereiner ^{**)} machte 1823 die Entdeckung, daß Platinsuboxyd, und eben so fein zertheiltes Platinmetall, so wie man es durchs Glühen des Platinsalmiaks erhält, Platinschwamm, in Berührung mit Wasserstoffgas und atmosphärischer Luft erst roth- dann weißglühend wird, so daß sich der Wasserstoffgasstrom selbst daran entzündet; doch hatte schon 1819 *Erman* die Beobachtung gemacht, daß ein feiner in eine Spirale gewundner Platindraht bei etwa 50° in einem langsamen Strom Wasserstoffgas glühend werde und das Gas entzünde. Es findet nämlich in diesem Fall eine Bildung von Wasser statt; Wasser- und Sauerstoffgas verbinden sich unter Vermittelung des Platins mit einander, sowohl ohne alle Lichtentwicklung, als auch unter Glühen, im letztern Fall geschieht nämlich die Erzeugung von Wasser schnell und kräftig, wodurch eine so große Hitze frei wird, daß das Platin zum Erglühen gelangt. Die Verbrennlichkeit des Wasserstoffgases wird durch die Berührung mit Platinschwamm so beträchtlich erhöht, daß letzter einer Mischung von 99 Raumtheilen Stickgas und 1 Raumtheil Sauerstoffgas in wenigen Minuten den ganzen Sauerstoffgehalt entzieht.

[Um einer zu heftigen Wirkung des Platinschwamms vorzubeugen, welche leicht eine Detonation der gemengten Gase (wie z. B. im Knallgas) bedingen kann, mengt man Thonerdehydrat mit dem Metallstaub, formt

^{*)} G. A. Bd. 55. S. 1. Bd. 62 S. 277. 339. ^{**)} G. A. Bd. 74 S. 269. 1. n. J. Bd. 12 S. 62.

Kügelchen daraus, welche getrocknet und gelind geglüht die Eigenschaft haben, die Wasserbildung allmählig einzuleiten, ohne Erglühn und Detonation zu bedingen.]

Thénard und *Dulong**) stellten darauf umfassende Untersuchungen an, aus denen hervorgeht: daß Platineisenpähne, Drähtchen, besonders Platinblättchen, frisch ausgeglüht dieselbe Eigenschaft, als der Platinschwamm besitzen, aber wie dieser unter Bedingungen verlieren; ferner Palladium, Rhodium, Iridium, Nickel. Folgende Metalle verlangen einige Erwärmung, um durch Wasserbildung glühend zu werden, als Osmium, Gold, Silber; selbst nichtmetallische Substanzen wirken gleichfalls Wasserbildung befördernd, als Kohle, Bimsstein, Porzellan, Glas, Bergkrystall, aber nur bei erhöhter Temperatur.

Der Platinschwamm verliert durch sehr starke Weißglühhitze die Eigenschaft Wasserstoffgas zu entzünden, obschon er eine sehr langsame Wasserbildung noch einleitet; auch durchs Liegen an der Luft wird er bald unwirksam, erhält aber seine Kraft durch Ausglühen wieder. Durch mehrmaliges Durchglühen erlangt feiner Platindraht die Eigenschaft schon bei 60° auf das Gas zu wirken, desgleichen durchs Eintauchen in Salpetersäure, verliert aber diese Eigenschaft nach einigen Stunden. Platinblättchen bewirken nach vorhergegangenen Ausglühen, besonders zusammengekräuselt, sogleich Entzündung; Rhodium behält die Wirkung am sichersten, und nie hat mir Rhodium, durch Zink niedergeschlagen, versagt.

[Man hat von der *Döbereiner*'schen Entdeckung Gebrauch gemacht, um bei der pneumatisch-elektrischen Zündmaschine den Gasstrom durch Platin zu entzünden, und das Elektrophor zu entbehren. Man hat auch Platinpapier gemacht, durch welches man den Gasstrom anzündet; (man tränkt Papier mit einer Platinauflösung, trocknet und verbrennt es dann).]

Eine weit vorzüglichere Anwendung jener wasserbildenden Eigenschaft des Platinschwamms machte *Döbereiner* für die Eudiometrie, eine wichtige Verbesserung des eudiometrischen Verfahrens (siehe den Artikel „Eudiometrie“).

Das Wasser im reinen Zustand ist farblos, durchsichtig, geruch- und geschmacklos, specifisches Gewicht 1,0. Ein preussischer Kubikzoll wiegt bei $18\frac{1}{4}^{\circ}$ $1\frac{1}{2}$ Loth und ein Kubikfuß 66 Pfund. Es gefriert unter 0° zu Eis, dessen specifisches Gewicht 0,9268 ist, *Osann*, weshalb es auf dem Wasser schwimmt; es thaut bei 0° auf. Im luftleeren Raum, vor aller Bewegung gesichert, kann es ohne zu ge-

*) G. A. Bd. 76. S. 81.

frieren, bis -5° ja -8° sich abkühlen, gefriert aber dann schnell, und das Thermometer steigt auf 0° . Es wird durch den Druck einer Atmosphäre um 0,000045 zusammengepresst, *Oersted*. Die Grundform der Wasserkristalle ist ein Oktaëder mit rhombischer Basis (?) Das Wasser besitzt die größte Dichtigkeit bei 4.1° ($=3,28^{\circ}$ R.) nach *Hällström*; es kocht bei einem Barometerstand von 28 Zoll bei 100° (steht das Barometer 27 Zoll hoch bei 99° , 29 Zoll bei 101°), und erzeugt Wasserdampf, dessen Volum zu dem des Wassers sich verhält wie 1697 : 1 *Gay-Lussac*, d. h. ein Kubikzoll Wasser giebt ungefähr einen Kubikfuß siedendheissen Dampf; demnach ein preussisches Loth Wasser ungefähr 1400 Kubikzoll siedenden Dampf. Das specifische Gewicht desselben ist 0,625, seine specifische Wärme 1,96. Das Wasser besteht aus: 88,9 Sauerstoff, 11,1 Wasserstoff, oder aus 1 Volum Sauerstoffgas und 2 Volum Wasserstoffgas. Es absorbirt viele Gasarten in verschiedenen Mengen, z. B. von Sauerstoff-, Wasserstoff-, Stickstoffgas sehr wenig, von kohlensauren, schwefligsauren, Schwefelwasserstoffgas mehr, und am meisten von salzsauren, Ammoniak- und Fluorborgas. Es löst sehr viele feste Körper auf, bald leichter, bald schwerer, verbindet sich mit denselben in einfachen constanten Verhältnissen (chemisch gebundnes Wasser); es wird sogar aus der Atmosphäre von mehreren Stoffen dampfförmig angezogen, condensirt, wodurch diese entweder ohne Veränderung des Aggregatzustands schwerer werden, wie Kohlen, Holz etc., oder feucht werden, zerfließen, wie z. B. Pottasche, Aetzkali, salzsaures Zinn, oder, wenn sie schon an sich flüssig sind, sich verdünnen, als Schwefelsäure. Solche Körper nennt man im Allgemeinen hygroskopische.

[Um künstlich mittelst Frostmischungen Eis zu erzeugen, bedient man sich in England folgender Mischung: 57 Theile Chlorkalium, 32 Th. salz. Ammoniak, 10 salpeters. Kali, 40 Th. Wasser. Man erhält dadurch eine Abkühlung um 20° — Eine andere Vorschrift ist folgende: gleiche Theile salpetersaures Ammoniak, kohlensaures Natron und Wasser.]

Alles Wasser auf Erden ist nicht absolut rein, selbst nicht ganz reinlich aufgefangnes Regenwasser. Man unterscheidet Regen-, Fluß- und Brunnenwasser; Mineralwasser sind solche Wasser, welche Gase, mancherlei Salze, enthalten, weshalb sie nicht mehr geeignet sind, als gewöhnliches Getränk zu dienen, sondern unter die Heilmittel gezählt werden müssen. Um möglichst reines Wasser zum physikalischen oder chemischen Bedarf zu bereiten, wird entweder Regenwasser dazu angewendet, oder man destillirt Fluß- oder Brunnenwasser vorsichtig bis auf $\frac{2}{3}$ ab; die Blasen müssen zinnerne Helme und Kühler haben,

sonst wird das Wasser kupferhaltig, (von einer Spur aufgelösten Grünspan); selbst Glasgeräthe werden vom Wasser angegriffen, was schon früher *Lavoisier* nachwies. Eine Blase, aus welcher reines Wasser destillirt werden soll, muß nur allein dazu dienen, keine andern aromatischen Wasser dürfen aus ihr destillirt werden.

[Oft reagirt destillirtes Wasser auf das salpetersaure Silber, eine Folge, daß man entweder zu übereilt destillirte, wo dann Kochsalztheilchen mit übergehen, oder daß sich salzsaure Magnesia, welche das Quellwasser auch enthält, zersetze, und die Salzsäure daraus frei wurde; das läßt sich dadurch vermeiden, daß man ein wenig Pottasche zum Wasser vor der Destillation zusetzt. Sehr häufig hat aber jene Reaction auf das Silbersalz seinen Grund in enthaltenen organischen Stoffen, wie z. B. Spuren von ätherischem Oel, wenn über die Blase auch aromatische Wasser destillirt wurden.]

Alles Wasser enthält atmosphärische Luft, selbst das aus Schnee und Eis geschmolzene, im Durchschnitt $\frac{1}{36}$ bis $\frac{1}{25}$ dem Raum nach. Man kann die Luft aus dem Wasser entfernen, entweder durch die Luftpumpe, oder mittelst Kochen. Die ausgetriebne Luft enthält mehr Sauerstoffgas, als die atmosphärische, und zwar enthielten die ersten Portionen, welche aus kochendem Seinenwasser aufgefangen wurden, gegen 24%, die letzten aber 32,5. Schneewasser giebt besonders eine sehr sauerstoffreiche Luft; die erste Portion enthielt 24%, die letzte 34,8% Sauerstoffgas, v. *Humboldt* und *Gay-Lussac*). Der Sauerstoffgehalt der im Brunnenwasser enthaltenen Luft ist mehr veränderlich, oft geringer, als in der atmosphärischen Luft. Diese Thatfachen sind für die Anwendung des Wassers zum Waschen und Bleichen nicht unwichtig; hierauf dürfen sich die Vorzüge des Schneewassers, Regenwassers, Flußwassers vor Brunnenwasser, abgesehen von dem Gehalt des letztern an gewissen Salzen, die es weniger anwendbar machen, mit begründen.

Das Regenwasser, *eau de pluie*, *rain-water*, enthält nach *Brandes*) sehr geringe Spuren von Kali-, Natron-, Kalk- und Magnesiasalzen; selbst eine Spur organischer Materie; nach Gewittern enthält es Spuren von Salpetersäure. Es ist für den gewöhnlichen Gebrauch als reines Wasser anzusehen, in so fern es reinlich aufgefangen wird, d. h. nicht von den Dachtraufen, denn dieses enthält Kalksalze, schwefel- und saure Salze, wenn auch minder als Brunnenwasser.

Das Brunnenwasser, *eau de fontaines*, *spring-water*, enthält außer der atmosphärischen Luft noch: 1) Kohlensäure, bald mehr, bald weniger, und durch dieselbe einige, sonst in reinem Wasser unlösliche

*) G. A. Bd. 20. S. 129. **) S. n. I. Bd. 18. S. 153.

Salze, nämlich 2) kohlensauren Kalk und 3) kohlensaure Magnesia, hin und wieder auch 4) kohlensaures Eisenoxydul; im letztern Fall rechnet man solche Wasser schon zu den Mineralwassern. (Das Seinewasser in Paris enthält in trockner Jahreszeit kohlensaures Ammoniak, das Wasser des Flüschen Bièvre Schwefelwasserstoffgas, *Chevreul*.) Diese kohlensauren Salze sind durch die Kohlensäure des Wassers löslich gemacht, als doppelt kohlensaure Salze aufgelöst vorhanden, und müssen sich nothwendig sogleich abscheiden, als die lösende Kohlensäure aus dem Wasser sich entbindet; dies geschieht sowohl beim Aussetzen an die Luft, wodurch sich auch die Wasserleitungsröhren inkrustiren, — Entstehung von Tropfsteinstalaktiten — als auch ganz besonders durchs Kochen. Daher kommt es, daß sich Krusten von kohlensauren und schwefelsauren Kalk an den Töpfen, Pfannen, Kesseln absetzen, welche man gewöhnlich Pfannen- (Kessel-) oder Topfstein *) nennt. Außerdem enthält das Quellwasser 5) schwefelsauren Kalk, oft auch etwas 7) schwefelsaure Magnesia, 8) Kochsalz und, wo in der Nähe Viehställe sind, oder Mistgruben, auch 9) salpetersauren Kalk und 10) salpetersaures Kali. Endlich fehlen in dem Quellwasser nie aufgelöste organische Substanzen, welche die Möglichkeit bedingen, daß das Wasser faulen kann.

Das Flußwasser, *eau des rivières, river-water*, enthält fast gar keine Spur von freier Kohlensäure und kohlensauren Salzen, da während ihres Laufs die erstere sich verflüchtigt, und dann nothwendig letztere nicht aufgelöst sein können; dagegen findet sich etwas schwefelsaurer Kalk, Kochsalz, schwefelsaure Magnesia; in ihm löst sich Seife fast ohne alle Trübung auf, eben so im Regenwasser, und daher nennt man diese Wasser weiche Wasser, *eau douce, soft water*, wogegen Brunnenwasser, wegen der reichlich enthaltenen Kalksalze die Seife zersetzt, weißse Flocken erzeugt (Kalkseife); man nennt es hartes Wasser, *eau dure, crue or hard water*.

[Die Seife besteht nämlich aus talg- und ölsaurem Natron, diese werden durch die Kalksalze im Wasser zerlegt, es entstehen talg- und ölsaurer Kalk, und ein Natronsalz, welches auflöslich ist. Diese Probe kann man mit Seifenspiritus, einer Auflösung von Oelseife in schwachen Weingeist leicht anstellen. Deshalb kann man nur Regen- und Flußwasser zum Waschen anwenden, nicht so Brunnenwasser, welches auch zum Kochen von Hülsenfrüchten, Erbsen, Linsen, nicht taugt, da die Kalksalztheilchen sich an den Hülsenfrüchten ablagern, und das Weichwerden hindern.]

*) Wie man der Bildung des Pfannensteins vorbeugen kann, z. B. bei Dampfmaschinenkesseln, Röhrenleitungen, siehe später unter „kohlensaurem Kalk.“

[Allgemeinstes Verfahren zur Prüfung des Wassers.]

1) Den Gehalt an atmosphärischer Luft und kohlensaurem Gas findet man, wenn man ein bestimmtes Volum Wasser, frisch geschöpft, in einem Kolben mit Gasentbindungsröhre (siehe Fig. 7 Tafel I.), über der Lampe kocht, und das Gas über Quecksilber, in einer graduirten Glocke auffängt; das Kochen braucht nur einige Minuten anzuhalten. Bringt man dann das erhaltene Luftvolum in ein Gefäß voll Baryt- oder Kalkwasser, und schüttelt es mit einander, so wird das kohlensaure Gas gänzlich verzehrt, und die atmosphärische Luft bleibt übrig. Der entstandne kohlensaure Baryt oder Kalk giebt dann durch Berechnung die Menge des enthaltenen kohlensauren Gases.

2) Kalksalze findet man durch sauerkleeesaures Ammoniak, dieses bringt einen weissen Niederschlag hervor von klee sauren Kalk.

3) Schwefelsaure Salze entdeckt man mittelst salpetersaurem Baryt, welcher einen weissen Niederschlag giebt, der, ist es schwefelsaurer Baryt, sich nach einem Zusatz von Salpetersäure nicht wieder auflöst.

4) Salzsäure Salze durch salpetersaures Silberoxyd, welches einen weissen Niederschlag bildet, salzsäures Silberoxyd (Chlorsilber), welches sich beim Zusatz von Ammoniak wieder auflöst.

5) Magnesiasalze dadurch, daß, nachdem aller Kalk durch klee saures Ammoniak niedergeschlagen und der Niederschlag abfiltrirt worden, basisch phosphorsaures Ammoniak zugefügt wird, wodurch ein weisser Niederschlag entsteht, basisch phosphorsaure Magnesia-Ammoniak.

6) Einen etwanigen Eisengehalt entdeckt man dadurch, daß man das Wasser mit etwas hydrothionsaurem Ammoniak vermischt, bei Zusatz einiger Tropfen Ammoniak. Zeigt sich eine Dunkelfärbung, oder schwarze Flöckchen, so ist höchst wahrscheinlich Eisen vorhanden. Man kocht deshalb das Wasser mit etwas Salpetersäure auf $\frac{1}{2}$ ein, neutralisirt mit Ammoniak vorsichtig, und setzt bernsteinsaures Ammoniak zu, wodurch ein brauner, flockiger Niederschlag entsteht, bernsteinsaures Eisenoxyd; oder man setzt Ammoniak im Ueberschuß hinzu, wodurch ein brauner Niederschlag sich abscheidet, Eisenoxydhydrat.

7) Einen etwanigen Gehalt an salpetersauren Salzen findet man, wenn man etwas zur Trockne abdampft, und den trocknen Rückstand auf eine glühende Kohle bringt; entsteht dadurch ein lebhaftes Verbrennen derselben mit Geprassel, und entbinden sich röthliche Dämpfe, wenn das trockne Salz mit trockenem schwefelsauren Kali erhitzt wird, so ist ein salpetersaures Salz unter den im Wasser enthaltenen Salzen.]

Anwendung des Wassers. Dieselbe ist so mannigfaltig und bekannt, daß, um alles angeben zu wollen, man eine nutzlose Arbeit unternähme. Man bedient sich desselben in der technischen Chemie als Auflösungsmittel in unzählig vielen Fällen, z. B. bei der Alaun-, Vitriol-, Salpeter-, Salzsiederei (aus Steinsalz), der Zuckerraffinerie, Färberei, Leinsiederei etc.; als Substrat zur Branntweinfabrikation, Es-

sig- und Bierbrauerei; der Fabrikation von Schwefel-, Salz-, Salpetersäure, von Laugen etc., ganz abgesehen von der vielfältigen nützlichen Anwendung der Dämpfe, als Bewegungs-, Heizungs- und Trocknungsmittel, wovon in der Physik das Weitere abgehandelt wird, weshalb auch nichts über die Eigenschaften derselben hier erwähnt worden ist.

[Das Meerwasser enthält viele Salze aufgelöst, schmeckt salzig, bitter, erregt leicht Uebelkeit und Erbrechen beim Genuß; der Salzgehalt beträgt 3,6 bis 4,0%, wovon Kochsalz das meiste, jedoch nie mehr als 2,6 ausmacht; die sämtlichen im Meerwasser aufgelösten Salze sind in 1000 Theilen: Kochsalz 26,6, Glaubersalz 4,66, salzsaurer Kalk 1,23, salzsaure Magnesia 5,15, die beiden letztern bedingen den ekelhaft bitteren Geschmack; endlich hat man noch eine sehr kleine Quantität schwefel- und salzsaures Kali darin gefunden, 0,5. Wegen des Kalk- und Magnesia-salzes kann das Meerwasser zum Waschen nicht angewendet werden, weil diese die Seife zersetzen (siehe oben Seite 103), setzt man aber vorher zum Meerwasser kohlensaures Natron, oder kohlensaures Kali hinzu, so werden jene Salze zersetzt und kohlensaurer Kalk und Magnesia fallen nieder, worauf das Wasser zum Waschen brauchbar wird. — Durchs Destilliren wird es trinkbar; diese Methode ist anwendbarer, als die des Filtrirens durch Sand. — Endlich verdient noch angeführt zu werden, daß die salzsaure Magnesia sich leicht zersetzt, wodurch Salzsäure frei wird, und sich kohlensaure Magnesia bildet; erstere findet man daher in der Meeresluft durch eudiometrische Prüfungen. Durch die beim Destilliren des Seewassers sich entbindenden salzsauren Dämpfe werden eiserne und kupferne Destillirblasen angegriffen.]

Methoden Wasser zu verschiedenen Zwecken zu reinigen.

Die Reinigung des Wassers hat theils zum Zweck dasselbe von mechanisch beigemengten Substanzen zu befreien, theils von aufgelösten Kalksalzen, die das Wasser hart machen. Letzteres geschieht durchs Aussetzen an die Luft, wobei die Kohlensäure entweicht, der kohlensaure Kalk sich absetzt, auch durch Berührung mit Kohlen; ersteres sowohl durchs ruhige Stehen, wobei sich die fremden eingemengten Substanzen ablagern, theils auch durchs Filtriren durch Sand und Kohlen.

a) Zum Trinken. Bekanntlich hat Paris kein Brunnenwasser, sondern man muß das trübe Seinewasser zum Gebrauch in der Haushaltung anwenden. Um dies zu reinigen, bediente man sich früher des Sandes, welchen man in große Gefäße aus Sandstein oder gebrannten Thon schüttete. Diese *Fontaines sablées* waren aber dem Zweck nicht genügend; denn sehr trübes Wasser wurde nicht völlig klar, auch verschlammte sich der Sand bald, weshalb man genöthigt war, in jeder Haushaltung das Wasser nochmals zu reinigen, mittelst sogenannter Filtrirsteine, *pierre filtrante*, einer Art lockern Kalksteins. Später wen-

dete man *Lowitz's* wichtige Entdeckung (1790) über die reinigende Wirkung der Kohlen auch auf die Reinigung des Wassers an; *Smith* und *Cuchet* *) nahmen 1800 ein Patent auf ihre *Fontaines depuratoires*, oder *Filtres inalterables*.

[Die Filtrirmaschinen stehen auf Dreifüßen, sind entweder aus Holz (Fässer), oder aus gebranntem Thon, oder aus Stein angefertigt; 4 oder 5 Zoll vom Boden liegt ein durchlöcherter falscher Boden, über welchem ein Stück Flanell, Moltong, ausgebreitet wird. Auf dieses schüttet man eine 2 Zoll hohe Lage Kieselsteinchen, auf diese eine Schicht eines Gemenges von groben Kohlenpulver und feinen, wohl ausgewaschenen Flußsand, 8 bis 12 Zoll hoch; dieses wird fest eingestampft, damit das Wasser nur langsam hindurchgehen kann. Auf dieses Gemeng bringt man wieder eine Schicht von 2 Zoll grob zerstoßnen Sandstein, schließt die Schichtung mit einer vollkommen anschließenden Platte aus gebrannten Thon, welche mehrere Löcher hat, die mit convexen, mit vielen kleinen Löchern versehenen Platten geschlossen sind, mit Schwamm überzogen, durch welchen das darüber gegossne Wasser sich einzieht; die Schwämme müssen von Zeit zu Zeit gereinigt werden. Das Wasser, welches durch die Lager der filtrirenden Substanzen hindurchgegangen ist, wird nun entweder unten durch einen sinnernen Hahn abgelassen, oder es muß durch neue Lagen aufsteigen, und wird dann oben abgezapft. — Durch eine vom Raum unter dem falschen Boden nach oben aufsteigende Röhre ist gesorgt, daß die Luft während des Filtrirens von unten nach oben entweichen, oder von oben nach unten, beim Ablassen der Flüssigkeit, hinzutreten kann. — *Fontaine domestique; Tonneau filtre.* —]

Es ist zu bemerken, daß die Kohlen nach einiger Zeit des Gebrauchs sich mit fremden aufgenommenen Materien so voll saugen, daß das Wasser unklar durchgeht; dann muß man frische Kohlen und frischen Sand anwenden. Die reinigende Kraft dieses Kohlenfiltrums wurde an fauligem Wasser geprüft, und bewährte sich vollkommen. Seit der Zeit sind vielfältige Abänderungen in der Anordnung solcher Filtrirmaschinen im Kleinen und Großen gemacht, und mehrere Patente ertheilt worden, jedoch ist in der Hauptsache nichts wesentlich neues hinzugekommen **).

b) Zum Bleichen, Färben, Kattundrucken, zur Papierfabrikation etc. Hier geschieht das Reinigen ganz besonders durchs Absetzen der gröbsten Schmutztheile in wasserdichten, mit hydraulischen Mörtel ausgestrichnen Bassins; von hier aus leitet man das Was-

*) G. A. Bd. 13. S. 108. Bd. 16. S. 247. Bd. 21. S. 179. 185. **) Filtrirgebäude der Chelsea-Wasserkompagnie zu London in D. p. J. Bd. 34. S. 206. — *Zeni's* Filtrirtonnen. Daselbst. Bd. 30. S. 293. B. d. I. S. d'E. 1830. p. 16.

ser entweder in große Tonnen mit doppelten Boden, in denen Schichten gröbern, feinern Sandes mit frisch ausgeglühten Holzkohlen wechseln, $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß dick, durch welche das Wasser entweder von oben nach unten, oder in entgegengesetzter Richtung mittelst hydrostatischem Druck durchgepresst wird. In Manchester ist der durchfließende Strom Irwell von hineingeschütteten Färbeflotten ganz schwarz, das Wasser wird aber durch Filtrirwerke, welche aus gemauerten, ganz mit Sand gefüllten unterirdischen Räumen bestehen, so gereinigt, daß es für Katundruckereien brauchbar wird. In England und Schottland reinigt man für Bleichereien selbst das gute Wasser kleiner Bäche, das Wasser für Badeanstalten durchs Filtriren.*)

Um das Wasser vor dem Faulwerden zu bewahren, welches von aufgelösten oder hineingefallnen organischen Substanzen, todtten Wasserinsekten etc. herrührt, hebt man es, nach *Berthollet's* Vorschlag, in angekohlten Fässern auf, was auf *Krusenstern's* Seereise erprobt wurde; eben so ist Thierkohle ins Wasser geschüttet dazu nützlich, man muß jedoch öfters umrühren. Zweimal destillirtes Wasser hält sich jahrelang ohne alle Verderbnis. Concentrirte Schwefelsäure, oder Kalk, sind gleichfalls dienlich, die Fäulung zu verhindern, wenn beide anders zu gewissen Zwecken nicht nachtheilig sind; auch $\frac{1}{12000}$ von salpetersauren Silberoxyd soll ausreichend sein. Man empfiehlt auch Alaun, schwefelsaures Eisenoxyd.

[Das Wasserstoffüberoxyd, auch oxygenirtes Wasser genannt, *Eau origène*, *oxygenized water*, wurde von *Thénard* 1818 entdeckt. Die Darstellung desselben ist langwierig.

Man löst Barytiumüberoxyd in destillirtem Wasser auf, setzt verdünnte Salzsäure hinzu, wodurch sich Chlorbarytium und Wasserstoffüberoxyd bilden. Um nun das Barytsalz zu entfernen, wird verdünnte Schwefelsäure zugemischt, wodurch schwefelsaurer Baryt niederschlägt; man filtrirt und wiederholt diesen Prozeß mehrmals, um mehr Wasserstoffüberoxyd zu erhalten. Die so erhaltne Flüssigkeit enthält noch freie Salzsäure, diese entfernt man durch schwefelsaures Silberoxyd, wodurch Chlorsilber niederschlägt, und freie Schwefelsäure in der Flüssigkeit bleibt, welche durch Barytwasser sehr vorsichtig neutralisirt wird. Darauf wird die Flüssigkeit filtrirt, und unter der Glocke der Luftpumpe abgedampft.

Die concentrirte Flüssigkeit ist farblos, von syrupartiger Consistenz, schmeckt herb, bitter, riecht ekelerregend, specifisches Gewicht 1,453, sie enthält bei $+ 14^{\circ}$ 475 Raumtheile Sauerstoffgas gebunden, oder 94,12 Gewichtsprocente; sie macht die Haut sogleich schneeweiß, trocken,

*) v. d. G. 1824. S. 172.

schuppig, zerstört und bleicht alle organischen Farben, indem der Sauerstoff aus der Flüssigkeit an die farbigen Stoffe tritt, und sich mit ihnen zu farbenlosen Substanzen verbindet. Die Flüssigkeit ist wenig flüchtig, verliert durchs Kochen Sauerstoffgas, läßt sich mit Wasser ohne Zersetzung mischen; ein Zusatz von Säuren hindert die Entmischung, Alkalien dagegen befördern die Zersetzung. Metalle, welche sich leicht und stark oxydiren, nehmen in dieselbe hineingebracht sogleich die größte Menge Sauerstoff auf, die sie aufnehmen können, wodurch einige Oxydationsstufen erhalten wurden, die man früher nicht kannte. In Berührung mit Silberoxyd wird unter heftigem Aufbrausen Sauerstoffgas entwickelt, und selbst das Oxyd reducirt.

Man hat sich in Paris des Wasserstoffüberoxyds bedient, um das Weiß alter Gemälde (Bleiweiß), welches durch die Länge der Zeit vergraut war, wieder zu restauriren, und zwar mit gutem Erfolg^{*)}. Es würde überhaupt diese Substanz mehr Anwendung finden, wenn nicht die Darstellung so sehr umständlich und der Preis sehr beträchtlich wäre.

(Eine leichtere Methode der Darstellung dürfte vielleicht mittelst der chlorigsauren Salze zu erreichen sein.)]

D r i t t e s K a p i t e l .

Vom Kohlenstoff.

Kohlenstoff, *Carbone*, *Carbon*, wurde zuerst von *Lavoisier* 1781 als einfacher Stoff und Hauptbestandtheil der Kohle aufgestellt, und im Diamant nachgewiesen. Er kommt in der Natur entweder rein vor, als Diamant, oder wenig vermischt mit erdigen Stoffen, als Graphit, Anthracit, oder endlich in großen Gebirgsformationen als Steinkohlen, Braunkohlen, bis hinauf zum Torf. — Kohlenstoff ist ein Hauptbestandtheil aller organischer Körper.

a) Der Diamant, *diamant*, *diamond*, findet sich in Ostindien, diesseit des Ganges, in Mysore, Hiderabad, Golkonda, Visapur, auf Borneo und Malakka; im Kaiserthum Brasilien in dem Distrikt Serro do Frio (seit 1720 sind Diamanten in Brasilien gefunden worden); er kommt in einem eisenschüssigen Sand oder Thon, Cascalho, vor, oder in lockeren Sand der Ebenen und Flüsse, oft mit Goldkörnern gemengt. Er findet sich entweder krystallisirt, als Oktaëder, oder in Körnern, sowohl farblos, als auch blafsroth, gelb, grün, blau, selbst schwarz; er ist durchsichtig bis durchscheinend, besitzt die größte Härte und ein spe-

^{*)} G. A. Bd. 65. S. 388.

cifisches Gewicht von 3,52. Die Kunst Diamanten zu schleifen, welche in Asien längst bekannt war, wurde 1456 durch *Berghen*, aus Brügge, entdeckt; man schleift sie zu Brillanten und Rosetten.

Newton hielt den Diamant für einen brennbaren Körper, weil er eine große Brechung der Lichtstrahlen zeigt; *Cosmus* III., Großherzog von Toskana, ließ 1694 und 95 von Mitgliedern der Florentiner Akademie Versuche mit Diamanten im Brennpunkt der Brennspiegel anstellen, wobei die Zerstörbarkeit entdeckt wurde. Kaiser *Franz* I. stellte Versuche in Oefen an, die dasselbe bewiesen; *Macquer* bemerkte 1771 das Verbrennen mit Flamme durch Ofenhitze. Das Produkt des Verbrennens ist kein anderes, als von gewöhnlichem Kohlenstoff, nämlich kohlen-saures Gas; Asche bleibt nicht zurück, eben so wenig erzeugt sich Rauch. Man bedient sich der kleinen, schlecht gefärbten Diamanten, die man pulvert, und fein schlemmt, als Diamantbort, *égrisée*, zum Schleifen der Diamanten und anderer Edelsteine. Diamanten werden zum Glasschneiden, zu Linienziehen auf Kupferplatten mittelst eigener Maschinen angewendet, eben so zum Durchbohren harter Steine.

b) Graphit, *Graphite*, *Graphit*, (Wasserblei, *Plombagine*, *Plumbago*), kommt theils schuppig, theils dicht vor, besitzt eine eisen-schwarze bis dunkelstahlgraue Farbe, Metallglanz, einen schwarzen, glänzenden Strich, ist undurchsichtig, mild, in dünnen Blättchen sehr biegsam, specifisches Gewicht 1,8 bis 2,1; verbrennt in hohen Feuer-graden, schmilzt nicht im Feuer, wohl aber durchs Knallgas-gebläse und *Voltasche* Batterien; er besteht nach *Saussure* aus 96% Kohlenstoff und 4% Eisen. Nach *Karsten* ist der Eisengehalt nicht als metallisches Eisen mit dem Kohlenstoff chemisch verbunden zu betrachten, sondern als von eisenoxydhaltigen Gebirgsarten herrührend, welche den Kohlenstoff zufällig verunreinigen, denn Salzsäure entzieht demselben bei gelindem Erwärmen das Eisen ohne alle Gasentwicklung. Der Cumberland-Graphit hinterläßt beim Verbrennen 13,1% Rückstand, bestehend aus Kiesel- Thonerde, Magnesia, Eisenoxyd, Titansäure, Mangan- oxyd. Er findet sich auf Lagern, und in lagerartigen Massen im Schiefer- und ältern Trappgebirge, (auch in gemengten Gebirgsgesteinen) auch im Steinkohlengebirge; berühmt ist der Graphit von Borrowdale in Cumberland*); man findet ihn auch bei Passau, in der Gegend von (Hafner-) Obernzell, (1825 waren daselbst 17 Gruben im Gange) in Oesterreich, Mähren, Spanien.

Man benutzt den Graphit zur Verfertigung von Bleistiften, welche

*) P. ch. E. Vol. I. p. 433. giebt eine Beschreibung davon.

man sowohl aus den reinen derben Stücken schneidet, als auch aus dem gepulverten Graphit, den man zu einer Masse mittelst eines Bindemittels fertigt; man hat runde und vierkantige Stifte. Ferner dient der Graphit zur Anfertigung von Schmelztiegeln (solche werden zu Obernzell bei Passau gefertigt, vergleiche den Artikel Schmelztiegel, unter dem Abschnitt „Thonwaaren“); zum Anstreichen von Eisen (Oefen), zur Verminderung der Reibung an Maschinen, theils trocken, theils mit Fett zur Schmiere von Radkämmen bei Mühlwerken, Radschmiere für Fuhrwerk mit Fett, Seife und etwas Wachs.

c) **Kohlenblende**, *Anthracite*, *slaty Glance Coal*, kommt in unregelmäßigen Gestalten vor, hat einen muschlichen, auch schiefrigen Bruch, Metallglanz, eine eisenschwarze Farbe, ist undurchsichtig, etwas spröde, specifisches Gewicht, 1,79; sie ist frei von allem Bitumen, und brennt daher ohne Flamme und Rauch, ist aber auch schwer zu entzünden, hinterläßt einen mäßigen Rückstand beim Verbrennen, welcher aus Kiesel- Thonerde und Eisenoxyd besteht. Sie kommt theils im ältern Gebirge vor, theils in verschiedenen Flözgebirgen hie und da auf Gängen. Man findet dieselbe in Schottland, England, am Harz, im Erzgebirge u. a. m. — Hier reiht sich auch die Glanzkohle an, *Anthracite compacte*, *conchoidale Glance Coal*, von ausgezeichnet muschligem Bruch, starken Metallglanz, specifisches Gewicht 1,48, hinterläßt beim Verbrennen $3\frac{1}{2}$ % weiße Asche. Die Schwerentzündlichkeit dieser Kohlenarten hindert den vielseitigen Gebrauch, man bedient sich jedoch derselben (?) zum Hüttenbetrieb, Kalkbrennen, selbst zur Heizung (in Amerika). Die Faserkohle, mineralische Holzkohle, von faseriger Textur, sehr weich, zerreiblich, kommt in dünnen Lagern auf den Schichtungsflächen der Schieferkohle vor, in Schlesien, Sachsen, Thüringen, England.

d) **Steinkohlen**, **Braunkohlen**, *Houille*, *Charbon de terre*, *Black and Brown Coal*. Diese so höchst wichtigen Mineralkörper kommen in unregelmäßiger Gestalt vor, haben einen muschligen, unebnen Bruch, mehr oder minder ausgezeichneten Fettglanz, eine schwarze oder braune (mitunter graue) Farbe, sind undurchsichtig, mild, specifisches Gewicht der Steinkohlen 1,19 bis 32. Sie zeigen bisweilen eine mehr oder minder deutliche holzartige Structur, oft ist sie ganz verwischt. Die Braunkohlen zeichnen sich durch ein sehr unangenehm riechendes Oel aus, welches sie beim Verbrennen, oder Destilliren, entbinden.

Man hat die Steinkohlen und Braunkohlen nach Farbe, Structur und Glanz in verschiedene Species getheilt, welche aber mit dem chemischen Verhalten nicht übereinstimmen. So theilt man die Schwarzkohlen, an denen man keine Holztextur mehr wahrnimmt, ein: in

Pechkohle, hat starken Glanz, vollkommen muschligen Bruch; kommt vor in Schlesien, Rheinprovinzen, Sachsen, Württemberg, Baiern, Schottland. — **Schieferkohle**, mit deutlich schiefriger Textur, in Schlesien (Waldenburg, Bielschowitz etc.), Sachsen (Löbejühn bei Halle, Wettin), Rheinprovinzen, Westphalen, Dresden (Potschappel), Württemberg, Baiern, England und Schottland (Newcastle, Whitehaven, Dumfriesshire, Derbyshire) etc. — **Blätterkohle**, eine Varietät der letztern. — **Grobkohle**, Bruch uneben, grobkörnig, im Großen dickschiefrig, wenig glänzend, Schlesien, Sachsen (Dresden); — **Cannelkohle**, *Cannel* oder *Candle Coal*, *Houilb de Kilkenny*, von groß- und flachmuschligem Bruch ins Ebne verlaufend, schwachglänzend, leicht entzündlich, mit großer, heller, weißer Flamme brennend, spezifisches Gewicht 1,27; England (Wigan in Lancashire, Whitehaven, in Shropshire, auch bei Scheffield), Schottland (Gegend von Edinburgh, Clydesdale). Sie hinterläßt 3,1% Asche, giebt unter allen Arten am wenigsten Coaks, nämlich 32%.

Die Braunkohlen werden eingetheilt in: **Gemeine Br.kohle**, zum Theil sehr deutliche Holzgestalt, Bruch erdig, selten flachmuschlig, fettglänzend, hat unter allen Braunkohlen die meiste Festigkeit; kommt vor in Mansfeld. Sachsen, Thüringen (Artern), Rheinprovinzen (Emmendorf bei Koblenz, Cöln), Böhmen, Steiermark, England (Devonshire — *Boveycoa*); — **Moorkohle**, häufig zerklüftet, ohne alle Holztextur, schwach glänzend, Hessen, Böhmen (Carlsbad, Teplitz), Mähren; — **Erdkohle**, staubartige, mehr oder minder festverbundene Theile, glanzlos, zerreiblich, brennt mit starkem Rauch und bituminösen Geruch, Thüringen, Sachsen (Halle, Merseburg), Mansfeld; — **bituminöses Holz**, von deutlicher Holztextur, faseriger, muschliger Querbruch, matt, spezifisches Gewicht 1,38 bis 2,0. Thüringen (Artern), Sachsen, Hessen, auf Island in großer Menge. — Der häufige Gehalt an Schwefeleisen bedingt theils Selbstentzündungen auf den Lagern, theils die Erzeugung von Bittersalz und Alaun (wie z. B. in Böhmen). — **Alaun-erde**; siehe von dieser unter „Alaun.“

Man findet diese Kohlenarten theils im eigentlichen Steinkohlen- und Sandsteingebirge (Steinkohle), theils in Lagern über Kreide (Braunkohle), theils im aufgeschwemmten Land (Erdkohle, bituminöses Holz); die Lager wechseln mit Schieferthon, gemeinem Thon, Sandstein, Kalkstein ab.

Steinkohlenablagerungen sind im preuss. Staat in Ober- und Niederschlesien, im Saalkreis, im Saarbrückschen, an der Worm (Aachen), an der Inde (Eschweiler), in der Grafschaft Mark, im Tecklenburg-Lingenschen, im Mindenschen; — Braunkohlen werden gegraben zu

Muskau (Niederlausitz), in der Grafschaft Mannsfeld, im Magdeburger Regierungsbezirk, im Dürner und Siegner Bergamts

[Die Steinkohलगewinnung im preussischen Staat betrug von 1824 einschliesslich 176,560,594 Centner, also jährlich im Durchschnitt 20 Millionen Centner; im Jahr 1824 24,362,017 Centner, im Jahr 1828 27,524,763 Centner; die Braunkohलगewinnung 5,513,388 Centner]

Uebersichtliche Zusammenstellung der Stein- und Braunkohlenproduction im preuss. Staat im Jahr 1828

Oberbergamtsdistrikt	Steinkohlen. Tonnen.	Braunkohlen. Tonnen.
Schlesischer	2,474,199 (74 Zechen)	(zu Muskau für werk)
Niedersächs.-Thüringsch.	70,820½ (3 Zechen)	687,498 (aus 28 Gruben)
Westphälischer	2,497,413 (aus 178 Gruben)	— —
Rheinischer	1,838,758 (aus 42 Gruben)	690,849 (95 Zechen)
Summe in Scheffeln oder Cent- nern*)	6,881,190½ 27,524,763	1,378,347 5,513,388
Davon in landesherrlichen Gruben	5,943,598½ T.	687,498 T.
in Privatgruben	937,592 T.	690,849 T.

Die Einfuhr von Steinkohlen betrug im Jahr 1828 801,126 C.
Ausfuhr „ „ „ „ 2,077,824

Die Steinkohलगewinnung des Königreichs der Niederlande betrug auf 24 Mill. Centner an, aus 350 Gruben, Frankreichs auf 20 Mill. Centner an, aus 236 Gruben, nach *Héron de Villefosse* 1825 28 Millionen Centner, nach *Karsten* dürfte die Steinkohलगewinnung Englands auf 400 Millionen Centner anzunehmen sein. Die Werke von Newcastle allein jährlich 72 Millionen Centner, fast dreimal mehr als der ganze Staat!]

*) Eine preuss. Tonne Steinkohlen wiegt durchschnittlich 21 Centner.

**) A. f. B. u. H. Bd. 12. S. 1., auch besonders aus diesem abge-

Ueber die chemische Beschaffenheit der Schwarz- und Braunkohlen hat neuerdings *Karsten* eine sehr interessante Abhandlung mitgetheilt. Sie bestehen aus Kohlen-, Wasser- Stick- und Sauerstoff in abweichenden Mengenverhältnissen, sind aus Holz- oder überhaupt Pflanzensamen durch einen eigenthümlichen Gährungsprozess, nicht durch Feuer, entstanden. Der durch eine Verkohlung derselben darstellbare Kohlengehalt ist sehr verschieden; verkohlt man Braunkohlen, so behält die Kohle die Form des Fossils, verbrennt man dieselben, so bleibt viel Asche zurück, weil viele erdigen Beimengungen diese Kohlen verunreinigen, weshalb Braunkohlen, wo schnelle und starke Hitze erzeugt werden soll, nicht anwendbar sind. Steinkohlen hinterlassen beim Verkohlen zwischen 50 bis 96% Kohle, Coaks, welche entweder die Gestalt der Steinkohlen haben, oder aufgequollen, schaumig sind.

Karsten theilt daher die Steinkohlen ein in: Sandkohlen, Sinterkohlen und Backkohlen (*charbon de terre collant, caking coal*); die ersten sind nach dem Verkohlen ganz so, wie sie vorher waren, ohne zusammenzukleben; die zweiten kleben beim Verkohlen zusammen, sie fritten; die dritten geben eine schaumige, aufgequollne Masse. Diese Verschiedenheit hängt lediglich von dem Verhältniß des Wasserstoffgehalts zum Sauerstoffgehalt der Kohlen ab, nicht vom Kohlenstoffgehalt; es giebt z. B. Backkohlen, welche 50 bis 86%, Sandkohlen, welche 60 bis 94% Coaks hinterlassen. Der Aschengehalt der Steinkohlen ist von 0,1 bis 20% verschieden; die Asche enthält Kiesel- und Thonerde.

Die Backkohlen zeichnen sich durch eine dunkelschwarze Farbe und leichte Entzündlichkeit aus; sie sind wegen ihrer backenden Eigenschaft für Schmelzöfen nicht geeignet, weil sie der Luft den Zutritt rauben, indem sie dichte Krusten bilden, dagegen für Schmiedefeuerungen ganz besonders brauchbar, weshalb sie auch wohl Schmiedekohlen heißen, *charbon de forge, smith coal*. Sie eignen sich zur Gasbereitung, geben viel Gas, welches mit wenig Schwefelwasserstoffgas vermischt ist, schöne Coaks; ferner zum Verkohlen im Großen, zum Behuf des Eisenausbringens. Sie verbrennen mit einer weißen Flamme, geben keinen stinkenden Rauch.

Die Sinter- und Sandkohlen haben eine weniger dunkelschwarze, mehr ins eisengraue sich hinneigende Farbe, Oberfläche und Bruch oftmals sehr glänzend, entzünden sich viel schwerer, geben eine bläuliche Flamme, einen stinkenden, schwefligen Geruch, weil sie meist ziemlich viel Schwefeleisen enthalten, entzünden sich nicht selten von selbst in feuchten Magazinen, selbst in den Gruben. Man bedient sich denselben zum Betrieb der Schmelzöfen, Rostfeuerungen, weil sie sich nicht aufblähen und daher den Rost nicht verstopfen; auch braucht man

sie zum Betrieb der Kalk- Ziegel- Gypsöfen, zum Heitzen der Back- und Stubenöfen, zu welchem Ende man das Grubenklein, die Staubkohlen, mit Thonschlempe mengt und in Ballen formt, welche getrocknet verbrannt werden.

Die Braunkohlen backen nie, sie behalten auch im verkohlten Zustand ihre Form bei; sie werden zu Rostfeuerungen, als Kessel- und Pfannenfeuerungen, in der Hauswirthschaft, für Stufenöfen gebraucht, zu welchem Ende die Erdkohle mit Wasser zusammen gemengt wird, aus welchem Teig man Ziegel streicht, die getrocknet verbrannt werden. Man verkoakt auch die Braunkohlen in liegenden Meilern. Beim Brennen ist die Menge der Asche, besonders von der Erdkohle, nicht unbeträchtlich, so wie der üble Geruch lästig.

[Bei der Auswahl der Kohlen zum Verkoaken kommt es nicht allein auf jenes Verhältniß des Wasserstoffs zum Sauerstoff, sondern auch auf die Gleichartigkeit der Kohlenmasse und den Aschengehalt an, denn eine Kohle, welche sehr zerklüftet oder mit Faserkohle durchzogen ist und nicht backt, giebt lauter kleine, zerbröckelte Coaks; eine sehr aschenreiche Steinkohle kann gar nicht verkoakt werden. (Das Nähere hierüber in der Chemie organischer Körper.) Das Verkoaken geschieht entweder in Haufen, oder eignen Oefen, ähnlich den Kalkschachtöfen; (siehe *Karsten's Handb. d. Eisenhüttenk.* Bd. 2 Tafel I.) Dabei entweicht Kohlenwasserstoffgas, Theerdampf, welche verbrennen, Ammoniakgas, Schwefeldampf und schwefligsaures Gas; man gewinnt auch Rus dabei, wenn man den dicken, schwarzen Dampf durch eigens dazu eingerichtete Kammern leitet, (Saarbrücken). Bei der Gasbeleuchtung erhält man auch Coaks als ein nützliches Nebenproduct, siehe unten.]

Die Coaks sind leichter als Steinkohlen, grauschwarz von Farbe, von schwachem Seidenglanz, ausgezeichnet porös, möglichst von Schwefel frei, daher beim Eisenschmelzen anwendbar, überhaupt allemal da vorzuziehen, wo der Schwefel Metallen, namentlich Eisen, schaden könnte. Coaks erfordern zum Brennen einen größern Luftzug, als Steinkohlen, indem sie reine Kohlen sind, letztere aber noch Wasserstoff und Sauerstoff enthalten. Daher müssen die Oefen höher sein, die Gebläse mehr Wind in den Ofen treiben. Bei gleichem Volum verhält sich die Wirkung der Holzkohlen zu der der Coaks in Schachtöfen $\approx 1 : 2$, bei gleichem Gewicht $\approx 2 : 3$; in Cupolöfen im ersten Fall $\approx 100 : 23,1$, im letzten Fall $\approx 100 : 71,2$. Coaks aus den Gasretorten sind zum Stahlschmelzen nicht anwendbar, aber zum Kupferausbringen.

e) Torf, *Tourbe*, *turf*, schließt sich unmittelbar an die Braunkohlen an; es ist ein inniges Gewebe von in einander geschlungenen Pflanzentheilen, welche durch einen eignen Entmischungsprozeß verär-

Man theilt ihn ein in 1) Morastorf, *tourbe des marais*, liegt unmittelbar unter der Dammerde, dem Rasen; er ist braun, saftig und zart, hat einen faserigen Bruch, brennt leicht, ohne Geruch, giebt aber einen dicken, stinkenden Rauch. 2) Landtorf, *tourbe pyriteuse*, findet sich nicht unmittelbar unter der Dammerde, sondern mehrere Fufs tief unter Lagern von Sand, Thon, Kreide, Thon mit jenen abwechselnd; weit ältern Ursprungs als der erste, braun, matt, enthält Flufsmuscheln, Schwefeleisen, weshalb er Luft zerfällt, sich unter Bildung von Vitriol bis zum Entzündeten. 3) Seetorf, *tourbe marina*, aus Tangarten gebildet, an den Küsten von Holland, Schweden, Norwegen, brennt sehr gut.

Der Torf giebt ziemlich viel Asche, besonders der Landtorf; er kann er nicht gar zu viel Asche giebt, mit Vortheil zu Feuerungen angewendet, welche eine mäßig starke, allmähliche Erhitzung erfordern, als Dampfmaschinenkessel, Kesselfeuerungen, Kalk-, Ziegel-, Töpferöfen, zum brennen auf Küchenheerden, zur Zimmerheizung. Einige Torfarten sind zur Gasbeleuchtung brauchbar (in England vom Dartmoor). Beim langsamen Verkohlen giebt der Torf 20% Kohle; die Asche enthält viel kohlensauren Kalk, Schwefelphosphor-, Salzsäure, Kiesel-, Thonerde, Eisenoxyd. — Torfkohle im Gebrauch von Beck- und Zainhämmern etc. gut anwendbar, auch in Puddelöfen.

Uebersichtliche Zusammenstellung

der Torfförderung im preuss. Staat im Jahr 1828.

Regierungsdistrikt.	Torfgräbereien		Klafter Torf	Stück Torf
	königliche	Private		
Preussischer	5	66	84,809	4,069,000 n. 970 Tagwerke
Bayrischer	2	105	1,004	11,539,220
Thüringischer	2	5	12,462 $\frac{1}{2}$	716,750
Summe	9	176	98,215 $\frac{1}{2}$	16,324,970 und 970 Tagwerke

und überhaupt Torfgräbereien in der Provinz Brandenburg, Pommern, Preussen, Schlesien, Sachsen, in den Rheinprovinzen (bei Montabaur der Konzenr Höhe). Der Torf wird in parallelepipedischen Stücken gestochen, an der Luft getrocknet, indem er meist sehr feucht und schwer verliert er beim Eintrocknen $\frac{2}{3}$ des Gewichts.

Da alle organische Wesen Kohlenstoff enthalten, so ist es möglich, aus ihnen durchs Verkohlen Kohle darzustellen; man unterscheidet Pflanzen- und Thierkohle. (Ueber den Verkohlungsprozess, Bereitung des Ruses, ausführlich unter dem Artikel: „Einleitung in die organische Chemie.“)

a) Pflanzenkohle, *Charbon végétal*, *Charbon de bois*, *vegetable coal*, *vegetable charcoal*. Man verkohlt meistens nur Holzarten, daher der Name Holzkohle. Alle Holzarten geben bei vorsichtig geleitetem Verkohlungsprozess gleich große Kohlenausbeute, nämlich 25 bis 27% vorausgesetzt, dass die Hölzer gleichen Grad der Trockniss besitzen*).

Gute Holzkohlen müssen folgende Eigenschaften besitzen: Sie müssen noch ganz unversehrt die Holztextur, die Jahresringe zeigen, nicht zerbröckeln, sondern einen solchen Grad des Zusammenhangs zeigen, dass sie klingen, wenn man sie auf einen harten Körper fallen lässt, einen geringen Glanz besitzen; die ganz matten, weichen und stark abfärbenden Kohlen sind nicht gut, sie sind beim Verkohlen zu stark gebrannt, d. h. sie haben Kohlenstoff verloren. Gute Kohlen müssen durchweg gehörig verkohlt sein, dürfen keine halbverkohlten, harzigen, schwarzbraunen Theile enthalten, welche beim Anzünden eine russende Flamme geben. Harte Hölzer geben die dichtesten, bei gleichem Volum schwersten, und in sofern besten Kohlen; weiche und lockere Hölzer eine leichte, weiche, schwammige Kohle, letztere dient insbesondere zur Bereitung des Pulvers. Hierzu taugt die Kohle vom Faulbaum, Haselstande, Weide, Pappel, Linde, Nussbaum; nach *Proust* soll die Kohle von den Flachs- und Hanfackeln (Abfall beim Brechen) den Vorzug vor allen andern verdienen. Die Porosität der Holzkohlen hängt nicht allein von der Natur der Hölzer ab, sondern auch von der Art und Weise des Verkohlens, ob in Meilern, Verkohlungsöfen, oder in eignen Gefässen. Beim Verbrennen erfordern die dichtern Kohlen eine dichtere Luft, um eben so kräftig zu brennen, als die leichtern Kohlen, weshalb, wenn letztere lebhaft brennen, erstere oft nur langsam verglimmen. Der Aschengehalt ist gleichfalls verschieden, indem einige Holzarten eine Kohle geben, welche beim Verbrennen viel Asche, andere, welche wenig Asche hinterlässt. So geben nach *Pertuis* Stauden und Reifsholz dreimal, Kräuter fünfmal mehr Asche, als der Stamm der Waldbäume. (Vergleiche den Artikel „Pottasche.“) Die Asche der Pflanzenkohle enthält: kohlen-saures Kali, schwefel-, salz- und phosphor-saures Kali, kohlen- und phosphor-saure Kalkerde, phosphor-saures Eisenoxyd, (Manganoxyd), Kieselerde, Magnesia. — Merkwürdig

*) *Karsten* in jener vorher angeführten Abhandlung, S. 26.

..., daß die Kohle nach heftigem Glühen ein um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ kleineres Volumen hat, ein guter Leiter für Wärme und Elektrizität wird, langsamer verbrennt, und viel langsamer Feuchtigkeit anzieht, als vor dem heftigen Glühen*).

Man benutzt die Pflanzenkohle hauptsächlich als Brennmaterial für große Schmelzöfen und kleine Feuerungen und Heizanlagen, wie bemerkt, außerdem zum Schießpulver, zu chemischen Prozessen der Reduction (Desoxydation), zum Entfärben (Klären), Entfaseln, zum Aufbehalten von Cadavern, als Fäulniswidriges Mittel, wovon weiter unten; als schlechten Wärmeleiter (bei Dampföfen, Hohöfen), als Elektrizitätsleiter; als Farbmateriale, zu Druckerschwärze, Tusch.

b) Thierkohle, *Charbon animal (des os)*, *Noir animal*, *animal charcoal*, *bone-black*. Meistens werden vorzugsweise Knochen verkohlt, doch auch Horn, Lederabfälle, (Exkrementen, Blut) u. a. m. Das Verkohlen geschieht entweder in eisernen Cylindern, oder in großen gußeisernen Calcinirgefäßen, *Marmites*; (das Weitere hierüber unter „Einführung in die organische Chemie“).

Die Knochenkohle zeigt, so wie die Pflanzenkohle, die ganze Textur, Gestalt desjenigen Knochen, von welchem das verkohlte Stück herrührt; die in dem Knochen enthaltene Gallert ist zerstört und in Kohle verwandelt, die übrigen Bestandtheile der Knochen, als der phosphorsaure, flusssäure und kohlensaure Kalk, sind nur zum Theil verändert worden. Eine gute Knochenkohle muß rein schwarz aussehen, das Pulver weder braunschwarz noch grauschwarz, im ersten Fall wäre nicht gehörig ausgekohlt, im letztern zu viel Kohle schon verzehrt. Kocht man etwas Kohlenpulver mit destillirtem Wasser, so muß die abfiltrirte Flüssigkeit farblos sein, nicht gelblich oder bräunlich gefärbt, welches andeuten würde, daß die Kohle nicht vollkommen verkohlt. Eben so darf gute Knochenkohle in einem Tiegel geglüht keinen Rauch, keine Flamme zeigen, widrigenfalls dieselbe noch unverkohlte Theile enthielte.

Hundert Theile getrockneter frischer Rindsknochen enthalten nach *Berzelius*:

Gallert mit Wasser	33,30
Natron mit wenig Kochsalz	2,45
kohlensauren Kalk	3,85
phosphorsauren Kalk	55,45
flusssäuren Kalk	2,90
phosphorsaure Magnesia	2,05
	<hr/> 100,00

Da man nun aus 100 Theilen Hausenblase $11\frac{1}{2}$ Kohle gewinnt, so dürf-

*) *Chevreuse* in D. p. J. Bd. 18. S. 377.

ten 33 Theile Gallert 33 Theile Kohle geben, also 100 Theile trockene Knochen gegen 48 wahre Kohle liefern, oder 100 Theile Knochen 5½ bis 68 Kohle enthalten. Dumas giebt 108 wohl zu viel an. Man kann die Kohle dadurch abscheiden, daß man die Knochenkohle mit Salzsäure behandelt, welche sämtliche Kalk- und Magnesiumsalze auflöst.

Thierkohle aus weichen oder getrockneten flüssigen Substanzen bereitet, als aus Horn, Leder, Blut, Eiweiß etc., erleidet eine Form- und Volumenveränderung bei der Darstellung im Vergleich mit den Mineralien, aus welchen sie gewonnen wurde. Alle jene Substanzen blähen sich auf, schmelzen in der Hitze, und geben eine aufgequollene, schwammige, metallglänzende, den Coaks ähnliche Kohle.

Alle Thierkohle enthält, außer dem vorzüglich vorwaltenden Kohlenstoff, noch Stickstoff, Wasserstoff, Schwefel und Phosphor mit Kohlenstoff verbunden, weshalb sie auch beim Uebergießen mit verdünnten Säuren Schwefel- (und Phosphor-) Wasserstoffgas, kohlensaures Gas entwickeln; ferner Eisen, jedoch nicht alle Kohlen, z. B. die von Eiweiß und Faserstoff aus dem Blut sind eisenfrei, desto mehr Eisen enthält die Kohle des Blutroths.

Man benutzt die Thierkohle zu verschiedenen Zwecken; das sogenannte Beinschwarz (fein gemahlne Knochenkohle), zum Entfarben, und unter dem Namen schwarz gebranntes Elfenbein, *Noir d'ivoire*, als Material zur Stiefelwichse, schwarzen Lack, und Schwarzwachs. Hornkohle und andere Stickstoff enthaltende Thierkohlen zur Fabrikation von blausaurem Eisenkali, zur Druckerschwärze (*Noir d'impression*).

In allen jetzt genannten Mineral-, Pflanzen- und Thierkohlen ist der Kohlenstoff mit mehreren andern einfachen Stoffen innig verbunden und kann von ihnen nicht abgeschieden werden. Durch folgende Process erhält man aber ziemlich reinen Kohlenstoff.

1) Beim Hohofenbetrieb setzt sich aus dem erkaltenden mit Kohlenstoff überladnen Roheisen in dünnen, biegsamen, metallglänzenden, bläugrauen Blättchen der sogenannte Hohofengraphit ab, welcher reiner, völlig von Eisen freier Kohlenstoff ist.

2) Bei der Darstellung des Kohlenwasserstoffgases zur Gasbeleuchtung gewinnt man in den Retorten, in welchen die Kohlen, oder das Oel, zersetzt werden, Inkrustationen von Kohle; treibt man das Gas durch glühende Röhren, so setzt es in glänzenden Fäden reinen Kohlenstoff ab*). Hierauf beruht die Möglichkeit, nach M'Intosh aus Sta

*) S. n. J. Bd. 17. S. 321.

eisen und Leuchtgas Cementstahl zu verfertigen, von welcher *Vismara's* Methode bloß eine Variation ist.

3) Man kann die Kohlensäure durch Phosphor, Bor, Silicium, Kalium, Zirkonium zersetzen; wodurch sich Kohlenstoff abscheidet.

4) Stark ausgeglühtes Lampenschwarz enthält nur noch eine Spur Wasserstoff, sonst kann es für reinen Kohlenstoff gelten.

Der Kohlenstoff ist also entweder, wie der Diamant, krystallisirt, durchsichtig, farblos, der härteste bekannte Naturkörper, Nichtleiter der Elektrizität, oder ohne krystallinische Textur, oder höchstens fadenförmig, undurchsichtig, schwarz oder grauschwarz gefärbt, glänzend oder matt, weich, ein Leiter der Elektrizität, schlechter Leiter für die Wärme. Der Kohlenstoff ist unschmelzbar. *Silliman* will Diamanten durchs Knallgasgebläse zur anfangenden Schmelzung, Graphit und Anthracit aber zur vollkommenen Schmelzung gebracht haben; letzteres beweist aber nichts, da fremde erdige und metallische Theile in beiden Substanzen stets eingemischt sind; das erstere ist noch ziemlich problematisch! *Hare* will mittelst seines Deflagrators (einer starken *Volta'schen* Batterie) ganz reine (?) Kohle zur Schmelzung gebracht haben; sie war glänzend, glasig geworden, merklich hart und dicht.

Man nimmt ferner an, daß der Kohlenstoff feuerbeständig sei, dagegen spricht *Davy's* merkwürdiger Versuch: er entlud eine große *Volta'sche* Batterie mit Kohlenspitzen im luftleeren Raum, die Kohle verschwand allmählig während des Glühens und schlug sich an den Wänden der Glocke nieder; ähnliche Beobachtungen haben *Hare*, *Silliman* u. a. gemacht. Auch dürfte man aus der Verbindung des Wasserstoffs, Sauerstoffs und Stickstoffs mit Kohlenstoff in Gasform folgern, daß letzter auch flüchtiger Natur sein müsse.

Frisch ausgeglühte Kohlen haben, als poröse Körper, die Eigenschaft, Gasarten und Dämpfe in ihre Poren aufzunehmen und zu verdichten. Diese Eigenschaft ist den porösesten Kohlen in einem höhern Grad eigenthümlich, als den minder porösen, weshalb auch natürlich gepulverte Kohlen sehr wenig absorbiren, da durchs Pulvern viele Poren zerstört werden. Je größer die Dichtigkeit des luftförmigen Körpers, je niedriger die Temperatur, desto größer ist auch bei gleichen Umständen die Absorption; verschiedene Luftarten werden jedoch in größerer Menge als andere von derselben Kohle verschluckt. Diese merkwürdige Eigenschaft beobachtete zuerst *Fontana*; die neuesten und sehr genauen Versuche hierüber stellte *Saussure* *) an, und zeigte, daß auch

*) G. A. Bd. 47. S. 113.

andere poröse Körper, als Meerschäum, Asbest, Holz, Wollen-, Seidenzeug luftförmige Körper absorbiren. Am stärksten absorbirte Buchsbaumkohle.

[Bei 11 bis 13° Temperatur und einer Barometerhöhe von 0,724 Mèter (26 Zoll 8,95 par. Linien) verschluckte ein Volum frisch ausgeglühter Buchsbaumkohle binnen 24 bis 36 Stunden:

Ammoniakgas	90 Volum	Oelbildendes Gas	85	Volum
Salzsaures Gas	85	„	Kohlenstoffoxydgas	9,42
Schwefligsaures Gas	65	„	Sauerstoffgas	9,25
Schwefelwasserstoffgas	55	„	Stickstoffgas	7,5
Stickstoffoxydulgas	40	„	Wasserstoffgas	1,75
Kohlensaures Gas	35	„		

Befeuchtet man die Kohle, nachdem sie sich mit Luft gefüllt hat, so giebt sie einen proportionalen Theil jener Luftarten von sich. Bei der Absorption der Gase wird in Folge der sehr beträchtlichen Raumesverdichtung, welche die Luftarten in den Poren der Kohle erleiden, Wärme frei. Endlich muß noch angeführt werden, daß, wenn die Kohle mit irgend einer Luftart angefüllt ist, und man dieselbe darauf in eine andere Luftart bringt, welche in noch größrer Menge von derselben verschluckt wird, die Kohle dann einen gewissen Theil der früher absorbirten Luft entweichen läßt, und dafür von der andern Luftart einen proportionalen Theil bindet. Bei dieser Aufnahme in die Poren geschieht keine chemische Verbindung der Gasarten mit dem Kohlenstoff; Schwefelwasserstoffgas, in die Poren eingedrungen, wird durch den Sauerstoff der Luft zersetzt, Wasser bildet sich, Schwefel scheidet sich in den Poren ab, und die Kohle wird sehr heiß. Bringt man solch eine Kohle in reines Sauerstoffgas, so erfolgt manchmal eine Detonation. — Ein ähnliches Verhalten wie der Platinsehwamm, vergl. oben Seite 90.

[Das beträchtliche Absorptionsvermögen der Kohlen und Hölzer für Wasserdampf war schon früher bekannt. Nach *Allen* und *Pepys* absorbirt während einer Woche an Wasserdampf aus der Luft dem Gewicht nach:

Kohle von Franzosenholz	9,6 Proc.	Kohle von Buchenh.	16,3 Proc.
„ „ Kienholz	13,0	„ „ Eichenh.	16,5
„ „ Buchsbaumholz	14,0	„ „ Mahagonyh.	18,0

Daß eine Absorption von Wasserdampf dem Verbrennen der Kohlen nicht nur nicht schadet, sondern eher nützlich ist, ist oben Seite 89 gezeigt worden.]

Ausgeglühte Kohlen besitzen ferner noch eine zweite sehr wichtige Eigenschaft, nämlich farbige Stoffe, Extractivstoff, brenzliches Oel, riechende Stoffe, verschiedene Salze und andere Substanzen aus Flüssigkeiten aufzunehmen. Die erste Entdeckung dieser höchst nützlichen Eigen-

schaft der Kohle verdanken wir *Lowitz* 1790; er entfärbte dadurch Indigauflösung, Syrup, Safran- und Krappaufguss, machte faulgewordnes Wasser dadurch trinkbar! *Kels* und *Schaub* bedienten sich schon 1798 und 1800 des Kohlenpulvers, um Syrup, Honig und Runkelrübensaft zu reinigen; zur Zuckerraffination wurde die Holzkohle zuerst von *Guillon* in Frankreich angewendet, die Thierkohle von *Figuier* 1810. Aus den Versuchen von *Payen* mit verschiedenen Kohlen haben sich folgende Resultate ergeben: alle Kohlen, sowohl von Thier- als Pflanzenstoffen, welche ein glänzendes, glasiges Ansehen besitzen, taugen zum Entfärben nicht, ihre Poren sind verstopft, sie können nicht gehörig absorbiren, wogegen alle Kohlen, welche ein mattes, erdiges Ansehen haben, eine ins Graue übergehende Farbe, ganz besonders hiezu sich eignen. Es kommt alles auf die Art der Zertheilung des Kohlenstoffs (die chemische Dispersion, wie beim Platinschwamm) in der Kohle an, weshalb Diamantstaub, Graphitpulver gar nicht entfärben, dagegen das höchst feine Kohlenpulver, welches man bei der Bereitung des blausauren Eisenkalis gewinnt, sehr stark entfärbt. Kohle mit Kali (Pottasche) geglüht, wirkt besonders stark entfärbend, letzteres scheint auf eine eigenthümliche, noch nicht erklärte, Weise die Wirksamkeit der Kohle zu erhöhen, ohne in die Mischung derselben einzugehen. Eine gut bereitete Knochenkohle entfärbt besser, als Holzkohle, obschon in der letztern viel mehr Kohlenstoff vorhanden ist; der phosphorsaure Kalk in der erstern entfärbt für sich nicht, sondern wirkt nur insofern mit ein, als durch das Vorhandensein desselben die Kohlentheilchen im Zustand der feinsten Zertheilung sich befinden. Zieht man die Kalksalze aus der Knochenkohle durch Salzsäure aus, so gewinnt man zwar eine bei gleichem Gewichtsverhältniß stärker entfärbende Kohle, als die Knochenkohle an sich, ihre stärkere Wirkung steht aber zur weit geringern Quantität des Kohlenstoffs in der Knochenkohle in keinem Verhältniß. So wirkt auch Holzkohle, welche aus mit Kreide oder Bimmsstein vermischten Holztheilchen bereitet wurde, besser als gewöhnliche Kohle. Stickstoffreiche Kohle entfärbt nicht besser, sondern schlechter, als stickstoffarme Kohle, denn Blutkohle entfärbt an sich weit weniger, als wenn sie mit Kali geglüht worden ist, welches durch Bildung von Cyan den Stickstoff aus der Kohle entfernt. Eben so wenig äußern die anderweitigen Bestandtheile einer Thierkohle an und für sich entfärbende Kräfte, sie können aber selbst einen gewissen Grad von Färbung bedingen. — Ausgeglühte Braunkohle entfärbt mehr als gewöhnliche Holzkohle.

[Folgende Tabelle, von *Bussy**) entworfen, zeigt die entfärbenden Kräfte verschiedner Kohlen.

Bezeichnung der angewendeten Kohlenarten.	Gewicht in Grammen.	Quantität d. entfärb- ten Indig- auflösung. 1 Ind. : 1000 Flüssigk.	Quantität d. entfärb- ten Melas- senauflös. 1 : 20 VWasser.	Entfär- bende Kraft gegen Indigo.	Entfär- bende Kraft gegen Me- lasse.
		Liter	Liter		
Blut mit Pottasche kalcinirt	1	1,6	0,18	50	20
» » Kreide »	1	0,57	0,10	18	11
» » phosphorsaur. Kalk kalcinirt	1	0,38	0,09	12	10
Gallert mit Pottasche kalcinirt	1	1,15	0,14	36	15,5
Eiweiß » » »	1	1,08	0,14	34	15,6
Stärkemehl » »	1	0,34	0,08	10,6	8,8
Kohle aus essigsaurem Kali	1	0,18	0,04	5,6	4,4
Kohlenstoff aus kohlensaur. Natron durch Phosphor	1	0,38	0,08	12	8,8
Rus kalcinirt	1	0,128	0,03	4	3,3
» mit Pottasche kalcinirt	1	0,55	0,09	15,2	10,6
Knochenkohle mit Salzsäure u. Pottasche behandelt	1	1,45	0,18	45	20
Knochenkohle mit Salzsäure behandelt	1	0,060	0,015	1,87	1,6
Pflanzen- oder Thieröl mit phosphors. Kalk kalcinirt	1	0,064	0,017	2	1,9
Knochenkohle	1	0,032	0,009	1	1.]

Kocht man z. B. eine Indigauflösung, oder eine Abkochung von Rothholz mit einer hinlänglichen Menge fein gemahlner Knochenkohle, so wird erstere ganz farblos, letztere sehr blaßroth. Die Kohlentheilchen haben nämlich die farbigen Stoffe nicht zerstört, wie Chlor und zum Theil die schweflige Säure wirken, sondern in ihre Poren aufgenommen; dies kann dadurch bewiesen werden, daß man die Kohle nachher abwäscht, trocknet und wiegt, wodurch man eine Gewichtszunahme der angewendeten Kohlen finden wird; behandelt man endlich die gebrauchte Kohle mit einem schicklichen Auflösungsmittel, so zieht dasselbe die farbige Substanz unverändert aus der Kohle. — *Payen* hat ein Instrument erfunden, *Décolorimètre*, um die Entfärbungskraft der Kohlen zu messen**).

*) V. d. G. 1823. S. 176. **) D. t. Artikel „*Décolorimètre*.“

Man bedient sich der Knochenkohle in den Zuckerraffinerien zum Entfärben der Zuckerauflösung; man setzt hier nach Mafsgabe der Beschaffenheit des Rohzuckers 5 bis 6%, auch wohl 8% hinzu. Die Kohlen absorbiren nicht blos den Extractiv- und Farbstoff, sondern auch Eiweilstoff, Gummi, Kalk, selbst etwas Zucker; sie werden sowohl zur Raffinirung des indischen Zuckers, als des Runkelrüben- und Stärkezuckers angewendet, so wie zur Klärung von Honig u. a. süfsen Säften (siehe Zucker). Man bedient sich der Kohlen zur Reinigung von Essig, um ihn farblos zu machen (siehe destillirten Essig); von andern Pflanzensäuren, als Sauerklee-, Weinstein-, Benzoë- und Bernsteinsäure, pflanzensauren Salzen, als essigsauren, weinsteinsauren Salzen u. a. m. Es ist bekannt, dafs der aus Holzeßig bereitete Tafelessig meist noch eine Spur von brenzlichen Geschmack und Geruch besitzt, dieses kann man entfernen durch Digestion mit gereinigter Blutkohle; stinkendes Oel entfernt die Kohle aus der Bernsteinsäure, dem fusligen Branntwein, dieser wird mit Holzkohlenstaub einige Tage lang digerirt und geschüttelt, und dann noch über Kohlenpulver abdestillirt. Eben so kann man auch stinkendes Wasser reinigen, (siehe beim Wasser). Aus diesem Grund empfahl *Berthollet* die Fafsdauben innerlich zu verkohlen, um das Wasser bei Seereisen vor der Fäulnis zu bewahren, was auf *Krusenstern's* Reise um die Erde erprobt wurde.

Dafs Kohlenpulver organische Körper vor der Fäulnis bewahrt, ist schon länger bekannt gewesen, weshalb man alle Pfähle verkohlt, die in die Erde eingeschlagen werden; die fäulniswidrige Kraft der Kohlen beweist sich dadurch, dafs Fleisch, Thiercadaver, (welche vorher ausgeweidet sein müssen), mittelst Kohlenpulver vor der Fäulnis Monate lang gesichert werden können, wenn man sie mit frisch ausgeglühtem Kohlenpulver dick belegt, und in mit Kohlenstaub ausgefütterten, luftdicht zu verschliessenden Gefäfsen aufbewahrt. — (Selbst beim Brand und stinkenden Ausflüssen krankhafter Natur leistet frisch ausgeglühtes Kohlenpulver gute Dienste.)

{Kann man die einmal gebrauchte Kohle wieder zu demselben Zweck benutzen? Man hat sich vielfältig bemüht, die bei der Zuckerraffination gebrauchte Kohle wieder zu demselben Zweck anwendbar zu machen, aber meist sind die dazu erforderlichen Prozesse kostspieliger, als die Anschaffung neuer Kohlenmengen! Denn wenn man so verfahren wollte, dafs man die gebrauchte Kohle, welche, ausser jenen oben angegebenen Stoffen, auch noch mit geronnenem Blut (indem man Blut zusetzt) vermischt ist, mit Wasser abwäscht, auspresst, trocknet und in eisernen Cylindern glüht, so würde man, da durchaus nicht alles fremdartige durch das warme Wasser aus der Kohle entfernt wird, was sie

aufgenommen hatte, eine glänzende, wenig oder gar nicht brauchbare Kohle erhalten. Wenn man dagegen die genutzte Kohle gähren läßt, dann mit Wasser auswäscht, (oder mit Pottasche mengt) trocknet und glüht, so gewinnt man fast eben so gute, selbst noch besser als vorher entfärbende Kohle, *Payen*; aber diese ist viel zu kostbar, um angewendet werden zu können. Gewöhnlich nutzt man die bei der Raffination des Zuckers gebrauchten Kohlen zur Darstellung eines ordinären Syrups durchs Ausziehen mit Wasser und Abpressen; die dabei übrig bleibenden Kohlenrückstände werden als Dünger gebraucht. — Siehe den Artikel „*Charbon animal, Ch. de bois*,“ im *D. t. T.* 5. p. 3. 13. *P. ch. E. Vol. I. p. 365. 418.*]

Da der Kohlenstoff den Einwirkungen sämtlicher Alkalien, mäßig starker Säuren, des Chlors widersteht, so ist er ein Mittel, um unzerstörbare Tinte zu verfertigen, zu welchem Endzweck man die möglichst reinste Kohle mit einer schicklichen Flüssigkeit mengt. Man hat feine Tusch mit Salzsäure behandelt, und damit geschrieben, die Säure dann mit einem Alkali abgestumpft. (Leidet dabei die Festigkeit des Papiers nicht?) Auf dieser merkwürdigen Eigenschaft des Kohlenstoffs beruht die Möglichkeit, alte vergelbte Drucke, Kupferstiche zu bleichen, indem nur allein das vergelbte Papier weiß wird.

Der Kohlenstoff verbindet sich mit Sauerstoff in 5 Verhältnissen.

- 1) Honigsteinsäure, *Acide mellitique, mellitic acid*, ist nach den neusten Untersuchungen von *Wöhler* und *Liebig* eine Verbindung von 50,47 Kohlenst. und 49,53 Sauerst. ohne Wasserstoff, so daß sie eigentlich hier einen Platz verdiente, sie wird aber später in der Chemie organischer Körper abgehandelt werden.
- 2) Krokonsäure, *Acide crocique*, von *Gmelin* entdeckt, bildet sich bei der trocknen Destillation von kohlenisaurem Kali mit Kohle — bei der Darstellung des Kaliums —.

Sie krystallisirt in pomeranzenfarbnen Nadeln, wird beim Erhitzen und freiem Zutritt der Luft zerstört, besteht aus 48,8 Kohlenst. und 51,2 Sauerst., löst sich in Wasser und Weingeist leicht auf. *Gmelin* nimmt noch 0,77% Wasserstoff in derselben an.]

3) Kohlenstoffoxyd ist gasförmig, heißt daher auch Kohlenstoffoxydgas, *Gas oxide de carbone, carbonic oxyde*, von *Priestley* entdeckt, von *Cruikshank* 1801 genauer bestimmt, kommt nicht in der Natur vor, sondern wird künstlich dargestellt. Man mengt kohlenisauren Kalk (Marmor-Kreidepulver), mit $\frac{1}{2}$ Kohlenpulver, und glüht das Gemeng; hiezu kann man ein Flintenrohr, welches an einem Ende verstopft ist, (siehe den Apparat Tafel I. Fig. 29), oder eine kleine eiserne, oder irdne Retorte gebrauchen. Da aber das Gas mit unzerlegt gebliebenem kohlenisauren Gas vermengt ist, so leitet man das gasförmige Pro-

duct durch Kalkmilch, welche die Kohlensäure verschluckt; hiezu bedient man sich theils einer Flasche vom *Woulf'schen* Apparat, theils einer Flasche wie in Fig. 8 Tafel I.

[Es wird durch die Hitze aus dem kohlens. Kalk die Kohlensäure entbunden, durch den glühenden Kohlenstoff der Hälfte ihres Sauerstoffs beraubt, wodurch sowohl aus der Kohlensäure, als auch aus dem Kohlenpulver Kohlenoxydgas wird. Eben so wird auch bei der Reduction von Metalloxyden mittelst Kohlen stets Kohlenoxydgas erzeugt, so bei grossen hüttenmännischen Operationen. Man kann auch noch dadurch dieses Gas erhalten, daß man mit concentrirter Schwefelsäure Sauerkleesäure erhitzt, welche sich in gleiche Raumtheile kohlensaures und Kohlenoxydgas zersetzt; oder man erhitzt ein ameisensaures Salz mit concentrirter Schwefelsäure, wodurch Kohlenoxydgas und Wasser erzeugt wird.]

Endlich muß noch bemerkt werden, daß bei jedem Verbrennen der Kohlen und Kohlenstoff enthaltenden vegetabilischen und animalischen Substanzen sich Kohlenoxydgas bildet, z. B. beim Verbrennen von Kohlen in Kohlfeuern, auf Herden, selbst beim Verbrennen im reinen Sauerstoffgas, wenn nicht ein starkes Zuströmen stattfindet.

Das Kohlenstoffoxydgas ist farblos, geruch- und geschmacklos, (das aus Kreide und Kohlen dargestellte hat einen stechenden, übeln Geruch), specifisches Gewicht 0,97, 100 Kubikzoll wiegen 0,1541 preuss. Loth, 1 Kubikfuß 2,664 Loth; Brechungsvermögen 1,157. Es verbrennt an der Luft angezündet mit hellblauer Flamme, und verzehrt die Hälfte seines Raums Sauerstoffgas, Product kohlensaures Gas; geathmet erregt es Schwindel, Betäubung, Ohnmacht, selbst mit $\frac{1}{2}$ atmosphärischer Luft gemengt. Es besteht aus: 43,32 Kohlenst. und 56,68 Sauerst., oder aus 1 Vol. Kstoffdampf, und 0,5 Vol. Sstoffgas; es verbindet sich sehr wenig mit Wasser, dieses nimmt etwa $\frac{1}{50}$ auf, aber mit Chlorgas.

4) Die Sauerkleesäure, *Acide oxalique*, *oxalic acid*, steht ihrem Sauerstoffgehalt nach zwischen dem Kohlenstoffoxyd und der Kohlensäure mitten inne, und kann als aus beiden zu gleichen Raumtheilen gebildet betrachtet werden, denn sie wird durch heisse concentrirte Schwefelsäure in beide Gasarten zerlegt. — In der organischen Chemie das Nähere. —

5) Die Kohlensäure, das kohlensaure Gas, *acide carbonique*, *carbonic acid*, (fixe Luft, Luftsäure), wurde von *Van Helmont* im 17ten Jahrh. von der atmosphärischen Luft unterschieden. Sie findet sich stets in der atmosphärischen Luft, 0,001 des Gewichts derselben betragend; ihr Vorhandensein kann man durch Kalkwasser ermitteln, welches in Berührung mit der Luft kohlensauren Kalk absetzt. Kohlen-

bensgefährlich zu wirken; es ist nicht brennbar, in ihm verlöschen brennende Körper,

[Man hüte sich daher in Keller zu gehen, worin viel Most und Bier gährt, ohne daß das schädliche Gas entfernt wird, sonst kann man ersticken, wie leider viele Beispiele beweisen; dies läßt sich durch eine geregelte Ventilation vermeiden. (Um zu sehen, ob an einem Ort eine Luftart in Menge sich findet, welche dem Athmen nachtheilig ist, rathet man gewöhnlich ein brennendes Licht an eine lange Stange zu binden und hinein zu halten, an dessen Verlöschen man abnehmen kann, daß die Luft zum Unterhalten des Brennens, und somit auch des Athmens, nicht tauglich sei. Dies ist jedoch nur in so fern ohne Gefahr anzuwenden, als die schädliche Luft nicht zugleich auch brennbar ist, wie Kohlenwasserstoffgas, denn dieses würde sich dadurch entzünden und detoniren.) Daß man sich des kohlensauren Gases zum Löschen brennender Schornsteine bedient, ist bereits oben Seite 89 angegeben worden, denn das Feuer wird erstickt, wenn man den Schornstein verschließt, indem das erzeugte kohlensaure Gas das Verbrennen behindert.]

Die Kohlensäure besteht aus: 27,65 Kohlenst. und 72,35 Sauerst., oder aus gleichen Volum Kstoffdampf und Sstoffgas; sie wird durch elektrische Funken in Kohlenstoffoxyd- und Sauerstoffgas zerlegt, eben so durch Kalium, Silicium, Bor, Phosphor, welche sich unter Abscheiden von Kohlenstoff oxydiren; (Methoden Kohlenstoff rein darzustellen siehe oben Seite 119.) Das Wasser nimmt bei der mittlern Lufttemperatur ein gleiches Volum kohlensaures Gas auf, bei niederer Temperatur und vermehrter Dichtigkeit des Gases mehr; man hat es bis zum sechsfachen Gehalt getrieben. Die Bedingungen zu einer reichlichen Absorption sind vorn Seite 7 angegeben.

[Zu diesem Zweck sind in neuerer Zeit verschiedene Apparate erfunden worden, von welchen wir folgende nennen wollen, den von *Bramah**), *Cameron***), *Struve****), *Ravizza*†), von *Planche*, *Boullay* und *Boudet*††); der *Struve*'sche Apparat ist im preussischen Staat patentirt. Bei allen diesen mehr oder minder zusammengesetzten Vorrichtungen ist künstliche Verdichtung des entwickelten und mittelst Wasser gewaschenen Gases die Hauptsache; sie geschieht theils durch das Gas selbst, welches mit großer Schnelligkeit sich entwickelt und sich dadurch verdichtet, theils, und ganz besonders, durch Druckpumpen. Das Waschen ist deshalb nothwendig, um zu verhüten, daß Schwefelsäure mit

fort

*) D. p. J. Bd. 10. S. 1. †) D. p. J. Bd. 20. S. 533.

**) Das. Bd. 14. S. 192.

††) Das. Bd. 21. S. 501. — Siehe d. D.

***) Das. Bd. 18. S. 173.

t. T. VII. p. 300. Artikel „Eau minérale.“

zergerissen in das Wasser gelangen; das Wasser muß reines destillirtes sein, wird durch Eis kalt erhalten, und durch einen Quirlapparat, welcher luftdicht durchs Mischungsgefäß hindurchgeht, zur Beförderung der Absorption umgerührt. Beim Füllen der Flaschen mit künstlichem Sektirwasser ist darauf zu sehen, daß sie möglichst gefüllt seien, sonst werden sie leicht zerapringen; im ersten Fall findet nämlich das kohlensaure Gas, welches sich entwickeln will, keinen Raum sich irgend wo anzusammeln. Eine Maschine zum Korken der Flaschen hat unter andern *Masterman* angegeben*), eine andere *Röber***), die die Pfropfen selbst schneidet.]

Die Säuerlinge, sowohl natürliche, als künstliche, haben folgende Eigenschaften: sie sind farblos, haben einen stechend-säuerlichen Geschmack, von dem sich stets entbindenden kohlensauren Gas, schmecken scharflich, kühlend, röthen Lackmuspapier, aber nur vorübergehend; sie schäumen beim Ausgießen, und lassen viel Gas entweichen, verlieren dieselbe gänzlich durchs Erwärmen und Gefrieren. Enthalten solche Wasser kohlensaures Eisenoxydul, so besitzen sie einen tintenhaften, zusammenziehenden Geschmack, vorher aber einen säuerlich-kühlenden, wenn an der Luft ein Häutchen von kohlensauren Eisenoxydul ab, welches sich allmählig oxydirend in den Regenbogenfarben schillert, und als Eisenoxydhydrat, Ocker, niederfällt; indem nämlich das kohlensaure Gas allmählig entweicht, muß sich das nur durch dasselbe auflösliche kohlensaure Eisenoxydul abscheiden, und zwar an der Oberfläche, wo es sich entbindet. Durch den Sauerstoff der Luft geht das Eisenoxydul in Oxyd über, welches mit Wasser verbunden Ocker bildet; überall, wo das Wasser hinläuft, setzt es Krusten von gelben, oder gelbbraunen Ocker ab.

Man entdeckt das Eisen, wenn man zu solchem Wasser hydrothionsaures Ammoniak aussetzt, wodurch ein schwarzer Niederschlag entsteht, Schwefeleisen; durch Galläpfeltinctur, welche eine purpurrothe, schnell in blauröthe und blauschwarze übergelende Färbung erzeugt. Kocht man das Wasser mit Salpetersäure, oder erwärmt es gelind mit Chlorwasser, und setzt dann Ammoniak im Ueberschuß hinzu, so fällt Eisenoxydhydrat in braunen Flocken nieder etc.; vergleiche vorn Seite 104.]

Kohlensaures Gas wird auch von Alkohol verschluckt, und ist in einigen Getränken, welche nicht vollständig ausgegohren haben, als Champagner, den moussirenden Bieren enthalten, wovon später mehr. Benutzung des kohlensauren Gases von der Gährung der Maische, zur Bereitung von Bleiweiß mittelst basisch essigsauren Bleioxyds, oder

*) D. p. J. Bd. 19, S. 155. **) v. d. G. 1830, S. 150.

Bleiplatten; zur Darstellung doppelt kohlensaurer Salze, indem man das Gas in Auflösungen von neutralen kohlensauren Salzen leitet. —

Die kohlensauren Salze, *Carbonates*, sind farblos, theils krystallinisch, theils erdig, bald sauer, bald neutral, brausen mit Säuren, indem das kohlensaure Gas entweicht. Die sauren sind sämmtlich, die neutralen nur zum Theil in Wasser löslich; erstere enthalten theils $1\frac{1}{2}$, theils 2mal so viel Kohlensäure, als letztere.

Der Kohlenstoff giebt mit Wasserstoff mehrere Verbindungen, welche sämmtlich Producte der Entmischung organischer Körper sind.

1) Kohlenwasserstoffgas, *Gas hydrogène proto-carboné*, *Bil-droguret of carbon*, Sumpfluft, *Gas inflammable des marais*, erzeugt sich überall wo organische Materien faulen, in Sümpfen, Morästen, stehenden Wassern; es dringt aus dem Erdboden hervor, wie z. B. an vielen Orten am nördlichen Abhang der Appenninen bei Velleja, Pietra Mala, Barigazzo, zu Macaluba in Sicilien, es treibt ein schlammiges, oft salziges Wasser empor, weshalb man diese Orte *Salses* nennt. Neuerdings hat man solches Gas in Siebenbürgen bei Kis-Saros, in der Szlátina'er Steinsalzgruben gefunden. Zu Rheina an der Ems giebt es eine fortdauernde Gasentwicklung aus einem verlassenen Grabenschacht. Man pflegt an jenen Orten das brennbare Gas anzuzünden und benutzt die Hitze, die es giebt, zum Kalkbrennen, zum Betrieb von Töpfereien etc., auch zur Beleuchtung, obschon es hiezu nicht besonders tauglich ist. Es findet sich auch in Steinkohlengruben, erfüllt die Stollen und ist, wenn es sich in Menge ansammelt, sehr gefährlich; wegen der fürchterlichen Explosionen, die es bedingt, nennen es die Bergleute schlagende Wetter, feurige Schwaden, *Fire damp*. Es dringt aus den Klüften der Steinkohlenflötze hervor, und bläst oft mit Macht Tage lang aus, erfüllt den ganzen Raum im Schacht; die Art und Weise der Erzeugung dieses Gases im Innern der Erde ist noch räthselhaft. Eben so hat man beobachtet, daß es sich in den Steinkohlen erzeugen kann, indem solche in Magazinen und in Schiffen ein explodirendes Gas entwickeln. (Fälle der Art sind nicht selten.)

Man kann das Gas aus Sümpfen auffangen, wenn man den Morast umrührt, und in mit Wasser gefüllten Flaschen, die mit einem Trichter versehen sind, die sich entbindenden Gasblasen aufammelt. Das so erhaltne Gas enthält aber noch kohlensaures Gas, auch wohl etwas Säckgas, ersteres entfernt man durch ätzendes Kali. — Bei einer jeden trocknen Destillation organischer Körper wird Kohlenwasserstoffgas erhalten, es ist jedoch stets mit ölbildendem Kohlenwasserstoffgas, kohlensaurem und Kohlenoxydgas, selbst Wasserstoffgas, besonders bei höhern Temperaturgraden, vermischt. Man pflegt es so darzustellen, daß man

Durch ein dunkelroth glühendes Porzellanrohr, oder Flintenlauf ölbildendes Kohlenwasserstoffgas langsam durchstreichen läßt, oder man leitet durch einen glühenden Flintenlauf (Tafel I. Fig. 29) Alkoholdämpfe, wodurch man aber ein Gemeng von den oben angegebenen Gasen erhält, in welchem die Sumpfluft etwa die Hälfte ausmacht.

[Will man dieses Gasgemeng so viel wie möglich trennen, und das Kohlenwasserstoffgas absondern, so scheidet man das kohlensaure Gas durch ätzendes Kali ab, zersetzt das Kohlenoxydgas durch Kalium, wodurch sich Kali bildet und Kohlenstoff abscheidet; das ölbildende Gas kann durch Chlorgas entfernt werden, aber leicht bleibt dann Chlorgas noch überschüssig, wobei auch wegen des Wasserstoffgases Gefahr obwaltet, wenn das Gasgemeng dem Sonnenlicht ausgesetzt ist.]

Das Kohlenwasserstoffgas ist farblos, riecht sehr unangenehm, spezifisches Gewicht 0,559, es wiegen daher 100 Kubikzolle 0,0889 Loth und 1 Kubikfuß 1,5353 Loth, das Lichtbrechungsvermögen 1,504; es ist brennbar, und verbrennt mit einer matten, gelblichen Flamme, verzehrt das doppelte Volum Sauerstoffgas und erzeugt kohlensaures Gas und Wasserdampf; es bedingt in großer Menge mit atmosphärischer Luft gemengt Schwindel, Brustbeklemmung, rein geathmet tödtet es kleine Thiere sogleich. Es besteht aus: 75,38 Kohlenst. und 24,62 Wasserst., oder aus 1 Volum Koldampf, und 4 Volum Wetgas; es wird durch Dunkelrothglühhitze, durch elektrische Funken, in Wasserstoffgas und sich abscheidenden Kohlenstoff zersetzt; Wasser nimmt $\frac{1}{4}$ dem Raum nach auf.

Da dieses Gas in Kohlengruben häufig gefunden wird, und den Arbeitern sowohl durch das beschwerliche Athmen, als auch wegen der oft eintretenden Explosionen durch die Grubenlichter, sehr nachtheilig wird, so hat man vielerlei Mittel versucht, dieses Uebel zu beseitigen. bis Davy*) seine glückliche Entdeckung machte, die Erfindung der Sicherheitslampe, *Safety Lamp for coal miners, Lampe de sûreté*. Das Princip, auf welches sich dieses Instrument gründet, ist die Lehre von der Flamme und der Wirkung der Metalldrahtgewebe auf dieselbe, (siehe oben Seite 81).

[Das Drahtgewebe ist von $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{50}$ englischen Zoll starken Kupfer- (oder Eisen-) Draht, die Oeffnungen müssen nie weiter sein als $\frac{1}{10}$ Zoll im Geviert; das Gewebe, dessen Davy sich bediente, hatte 784 Oeffnungen auf den engl. Quadratzoll. Aus solchem Gewebe wird ein $1\frac{1}{2}$ Zoll weites und 7 Zoll langer Cylinder gefertigt, nicht weiter, sonst wird

*) Davy, on the safety lamp for coal miners, with some researches on flame, London 1818, im Auszug in O. A. Bd. 53. S. 112.

er oben zu helfen; überhaupt ist es vorsichtshalber nöthig, die obere Hälfte und den Deckel am Cylinder von doppeltem Gewebe zu machen. Durch eine Schraube, an welche das Drahtgewebe mittelst eines dichten Rings befestigt ist, wird der Cylinder mit dem Oelbehälter der Lampe verbunden; durch diesen geht ein Draht zum Putzen des Dochtes wasserdicht hindurch. (Siehe die Abbildung Fig. 17 Tafel II.) *a, a* ist der Oelbehälter $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch, *b, b* die Röhre zum Einfüllen des Oels, mit messingnem Stöpsel, *c, c* ist die blecherne Dülle für den Docht, *d* ist der wasserdicht durch den Oelbehälter gehende Draht zum Stören des Dochts, *e, e* ist der Ring mit Schraubengewinde, auf welchem der Drahtgewebecylinder *f* befestigt ist, so wie auch 3 starke Drähte *g, g, g*, die zur Befestigung und Sicherung dienen. *h* ist eine Spirale aus Platindraht, welche Davy vorschlug, um beim Verlöschen der Lampe noch durchs Erglühen Licht zu verbreiten, vergleiche vorn Seite 91.]

Bringt man diese Lampe mit brennendem Docht in eine Atmosphäre von schlagenden Wettern, so vergrößert sich sogleich die Flamme; ist dieser Luftart $\frac{1}{2}$ in der Atmosphäre, so erfüllt eine schwach blaue Flamme den ganzen Cylinder, innerhalb welcher der Docht hell und glänzend fortbrennt. So wie die schlagenden Wetter $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ der Luftmenge ausmachen, verliert sich die Flamme des Dochts in der Flamme der brennbaren Luft, die dann den Cylinder mit sehr starkem Licht erfüllt; bei einem Gehalt von $\frac{1}{5}$ an jenem Gas geht die Lampe aus, dann ist aber auch die Luft zum Athmen nicht mehr tauglich. Soll die Flamme der brennenden schlagenden Wetter im Cylinder ausgelöscht werden, so braucht man nur ein Futteral über denselben zu decken. Niemals darf der Cylinder in der Grube abgenommen werden, sonst erfolgt auf der Stelle eine fürchterliche Explosion; eben so dürfen auch nirgends am Cylinder größere Oeffnungen oder ausgebrannte Stellen im Gewebe sich befinden. — Man pflegt auch wohl eine Halblinse, in eine verschiebbare Metallplatte gefasst, an den Drähten *g, g* des Cylinders anzubringen, um das Licht concentrirt auf einen gewissen Punkt zu werfen.

Der Gebrauch dieser Sicherheitslampe ist in England, Schottland, Frankreich, den Niederlanden, den preussischen Rheinprovinzen, Amerika etc. eingeführt. Nicht allein in Kohlengruben gegen schlagende Wetter sind diese Lampen sichernd, sondern auch gegen die gefährlichen Entzündungen des Pulverstaubs in Pulvermagazinen *), Laboratorien der Artillerie, des Spiritusdampfes in Brennereien, und Branntweinniederlagen, kurz überall sind sie anwendbar, wo brennbare Dämpfe oder Gasarten, leicht entzündliche Staubtheile, der Luft beigemengt sind.

*) *Blosson* in G. A. Bd. 69. S. 224.

2) **Öelbildendes Kohlenwasserstoffgas**, *Gas hydrogène percarboné*, *Gas élastique*, *Hydroguret of carbon*, also genannt, weil es sich mit Chlorgas zu einer öartigen ätherischen Substanz verbindet; es kommt nicht in der Natur vor, sondern wird allein nur durch Kunst erzeugt.

Man gewinnt es durch trockne Destillation organischer Substanzen, sowohl vegetabilischer als thierischer, mit andern Gasarten, als dem gemeinen Kohlenwasserstoffgas, Kohlenoxyd- und kohlensaurem Gas, Schwefelwasserstoffgas, Ammoniakgas gemengt, von welchen es nur unvollkommen befreit werden kann, indem man das gemeine Kohlenwasserstoffgas nicht ohne Schwierigkeit davon abscheiden kann. (Das Nähere hierüber weiter unten). Am schnellsten und sehr rein erhält man es, wenn eine Mischung von 1 Theil Alkohol und 4 Theilen concentrirter Schwefelsäure bei gelinder Wärme erhitzt wird, wozu ein Kolben mit gekrümmter Gasröhre brauchbar (Tafel I. Fig. 7). Der Alkohol tritt nämlich der Schwefelsäure nicht allein sein gebundnes Wasser ab, sondern wird so entmischt, daß er in zwei Producte zerfällt, in öbildendes Kohlenwasserstoffgas und Wasser, welches letztere die Säure aufnimmt. Zuletzt wird die Säure selbst entmischt, schwefligsaures und kohlensaures Gas werden erzeugt, eine schwarze kohlige Masse abgeschieden, welche sich aufbläht, und leicht übersteigt. Zu Anfang erzeugt sich auch ein wenig Schwefeläther. — Das schwefligsaure und kohlensaure Gas werden schon durch das Wasser der pneumatischen Wanne absorbirt.

Das öbildende Kohlenwasserstoffgas ist farblos, von einem widrigen, stinkenden Geruch, specifisches Gewicht 0,9852 *Saussure*, nach der Berechnung 0,9804, es wiegen daher nach letzter Angabe 100 Kubikzoll 0,15539 Loth und 1 Kubikfuß 2,6862 Loth, das Lichtbrechungsvermögen 2,302, die relative Wärme 1,5763; es ist brennbar, und verbrennt mit einer sehr hellen, gelblich weißen Flamme, heller als das Kerzenlicht, verzehrt dabei ein dreifaches Volum Sauerstoffgas und bildet 2 Volum kohlensaures Gas und Wasser; mit Sauerstoffgas gemengt detonirt es heftig durchs Anzünden oder einen elektrischen Funken. Es besteht aus: 85,95 Kohlenst. und 14,05 Wasserst., oder aus 1 Vol. Kstdampf und 2 Vol. Wstgas; wird durch Glühhitze in seine Bestandtheile zerlegt, indem, wenn man es durch rothglühende Röhren treibt, sich Kohlenstoff absetzt, und Wasserstoffgas gleich dem zweifachen Volum des Gases frei wird; dasselbe geschieht auch durch elektrische Funken. Am Platinschwamm entzündet es sich bei 300°; Schwefel verbindet sich mit dem Wasserstoff und scheidet den Kohlenstoff ab, wenn man Wärme anwendet; Chlor vereint sich mit

dem Gas zu einer ölartigen Flüssigkeit, die schwerer ist als Wasser. Wasser verschluckt 15 $\frac{1}{2}$ von diesem Gas.

Das ölbildende Kohlenwasserstoffgas gemengt mit gewöhnlichem Kohlenwasserstoffgas und andern Gasen findet seine Hauptanwendung zur Beleuchtung, Gasbeleuchtung, Gaslicht, *éclairage par Gas*, *Gas light*. *Becker* hatte bereits im letzten Drittheil des 17ten Jahrh. beobachtet, daß Steinkohlen destillirt Theer, Coaks und eine helle große Flamme liefern, *Murdock**) war aber 1792 der erste, dem es befiel, das aus Steinkohlen, Torf und Holz durch Destillation sich entwickelnde brennbare Gas zu reinigen, und zur Beleuchtung fortzuleiten; 1798 stellte er den ersten Beleuchtungsapparat in London auf. *Lebon***) in Paris, dem die Franzosen die Ehre der Erfindung der Gasbeleuchtung zuschreiben, erfand 1799 seine Thermolampe, einen Apparat, der gleichzeitig zur Gasbereitung und Heizung der Zimmer diente, und beleuchtete durch aus Holz erzeugtes Gas 1801 sein Haus und Garten.

Die Materialien, deren man sich zur Darstellung des Gaslichts bedient, waren anfangs nur Holz, Torf (vom Dartmoor in England), Steinkohlen, später wendeten die Gebrüder *Taylor* (und *Martineau*) Oel und Thran an; endlich wollte man statt des geschlagenen Oels die ölgebenden Saamen, als Rübsaamen (in Amerika Baumwollensaamen), Oelkuchen anwenden, aber bald wurde dieses Verfahren verworfen, weil man dadurch viel kohlenreiches, weniger ölbildendes Gas, auch Schwefelwasserstoffgas erhält, und die kohlige Masse öfters aus den Retorten mit Verlust an Gas herausgeschafft werden mußte, viel Brennmaterial verbraucht wurde. In der neuesten Zeit hat man Theer, Pechöl (bei der Theerschwelerei, bei den großen Holzverkohlungsöfen gewonnen), in Schweden angewendet, *Schwarz*, auch Harz in Kienöl aufgelöst, *Daniell*.

[Nicht allein aus organisch-vegetabilischen Materien kann Leuchtgas gewonnen werden, sondern auch durch zersetzende Destillation thierischer Substanzen, als Thran, Knochen, Horn etc., daher gewinnt man bei der Fabrikation des Hirschhornsalzes (siehe unten beim Ammoniak), der Thierkohle, als Nebenproduct auch Leuchtgas.]

1) Darstellung des Leuchtgases aus Steinkohlen; Kohlengas, *Gas d'houille*, *Coal-gas*. Die zur Gasbereitung anwendbaren Steinkohlen gehören unter die Kategorie der Backkohlen, wie bereits oben Seite 113 gezeigt worden ist, welche vermöge ihres beträchtlichen Gehalts an Wasserstoff im Gegensatz des Sauerstoffs ganz dazu geeignet sind, viel Wasserstoff enthaltende Gase zu liefern; sie dürfen keinen, oder nur sehr wenig Schwefel enthalten. Die sogenannte Cannel-

*) G. A. Bd. 22. S. 51. **) Das. Bd. 10. S. 491.

kohle liefert die größte Ausbeute an Gas, sodann die Kohlen von Newcastle, welche am meisten gebraucht werden; unsere schlesischen Kohlen sind hierzu wenig oder gar nicht geeignet. Die Kohlen werden in möglichst gleiche Stücke zerkleinert, und in gusseisernen Gefäßen, welche man Retorten nennt, obschon sie eine ganz andere Gestalt haben, der Wirkung des Feuers ausgesetzt. Tafel III. giebt in Fig. 1, 2, 3 Zeichnungen eines Retortenofens, und zwar Fig. 2 die Vorderansicht, Fig. 1 den Querdurchschnitt, und Fig. 3 den Längendurchschnitt desselben. Die Retorten α , α etc. sind hohle Cylinder aus Gufseisen, vorn offen, hinten geschlossen; sie haben entweder hinten einen angegossenen Schwanz, mittelst welchem sie in der Hinterwand des Ofens fest aufliegen, oder, was zweckmäßiger ist, sie liegen an 3 Punkten ihrer Länge auf Quermauern auf, Tafel V. Fig. 4, 1, 1, 1, die nach der Länge des Ofens angebracht und mit feuerfesten Thonplatten 2, 2 derselben Fig. belegt sind, denn die Retorten ziehen sich in der Hitze leicht krumm. Die Größe der Retorten ist verschieden, meist sind sie 6 bis 7 Fuß lang, 10 bis 12 Zoll im lichten Durchmesser, 9 bis 12 Centner schwer; man hat sie auch von ovalem Querschnitt, welche der Hitze eine größere Oberfläche darbieten. Sie werden in zwei oder drei horizontalen Reihen abwechselnd übereinander gelagert, wie die Fig. 1, 2 und 3 Tafel III. u. Fig. 4, 5 Tafel V. zeigen, und zwar das je 5, je 7 und mehr in einem Feuerraum liegen.

[1 ist der Rost, 2 die Heizöffnung, 3 die Heitzthür, 4 der Aschenfall, 5 der Feuerraum, 6 eine in der Mitte des Ofens angebrachte Scheide, welche durch die beiden gewölbartigen Decken 7 mit den Seitenwänden des Ofens verbunden ist. 8 ist der zum Schornstein führende Fuchs, und da derselbe ebenfalls in der Mitte senkrecht über der Scheide 6 liegt, so hat das Feuer gleiches Bestreben durch die Zugöffnungen 9, 10 und 11, 12 zu gehen, weil es durch jede derselben einen gleichen Weg zurücklegt. Die Scheide reicht, wie aus Fig. 1 zu sehen ist, durch die ganze Tiefe des Ofens, damit die mittlere der untern Retorten im Verhältniß zu den andern nicht zu viel Wärme erhalte.]

An jede Retorte ist ein eisernes Mundstück α' , Fig. 1 Tafel III. und Fig. 4 Tafel V., angeschraubt, welches deshalb geschieht, weil dieser Theil viel weniger vom Feuer leidet, als die Retorte, also nicht gewechselt zu werden braucht; es wiegt ungefähr 2 Centner. Auf die Mündung desselben paßt ein schwerer Deckel, der mittelst eines am Mundstück befestigten Bügels und Schraube fest aufgedrückt werden kann. Die Ladung einer Retorte beträgt 1 bis $1\frac{1}{2}$ Scheffel, sie darf nämlich nur zur Hälfte gefüllt werden, weil sich die Steinkohlen in der Hitze aufblähen. Die Dauer der Retorten ist natürlich sehr verschieden, man hat sie 3 auch 9 Monat lang im Gebrauch.

[Man hat auch sogenannte rotirende Retorten, *horizontal rotary Retorts*, construirt, kreisrunde, niedrige Zersetzungsapparate, welche an einer Stelle erhitzt werden, eine beträchtliche Menge Steinkohle fassen, welche der erhitzten Stelle nach und nach genähert werden indem sie auf einer im Innern des Apparats befindlichen Scheibe liegen, welche horizontal umgedreht werden kann. Der dabei sich erzeugende Theer wird fast ganz zersetzt.]

Während der steigenden Erhitzung der Retorten zersetzen sich die eingeschlossnen Kohlen, es entweichen sowohl gasförmige als dampfförmige Producte, nämlich: Kohlenwasserstoffgas beiderlei Art, mehr gemeines als ölbildendes, selbst Wasserstoffgas, Schwefelwasserstoff, kohlen-saures, Kohlenoxyd-, Stickgas, Wasserdampf, Theer, (flüchtiges empyreumatisches Oel, welches Brandharze aufgelöst enthält), essigsaures, kohlen-saures, hydrothionsaures Ammoniak. Um diese luftförmigen Stoffe aus den Retorten aufzunehmen, dienen die aus denselben am vordern Ende senkrecht aufsteigenden Röhren *b, b, b*, welche mittelst der Satteldröhren *b' b'* in eine horizontal gelagerte cylindrische Vorlage, *barillet, main or hydraulic condenser, c, c* einmünden, und fast bis auf den Boden derselben herabreichen. (Es ist gut, wenn die Satteldröhren *b'* Oeffnungen haben, um sie durch dieselben leicht reinigen zu können, ohne sie jedesmal abschrauben zu müssen; die Oeffnungen sind mit Deckeln luftdicht geschlossen, siehe Tafel V. Fig. 4.).

Hierdurch wird bewirkt, daß der in der Vorlage sich bereits befindende Theer und die ammoniakalische Flüssigkeit die Oeffnung jener Röhren verschließt, so daß alles durch dieselben in die Vorlage geleitete Gas durch obige Sperrflüssigkeit hindurch gehen muß, wodurch eine Condensation der heißen Dämpfe bezweckt wird. Damit sich aber dieser als Vorlage dienende gusseiserne Cylinder nicht zu hoch mit Theer fülle, und das Gas weiter fortgeführt werde, dient ein Rohr *d*, welches sowohl das Gas nach dem Condensator, als auch den Theer und die ammoniakalische Flüssigkeit nach der Theercisterne *e* führt. Es tritt in die letztere horizontal ein, läßt durch ein senkrecht absteigendes Rohr *f* die Flüssigkeiten in die Theercisterne, ein geräumiges, aus Holz oder Eisen gefertigtes, gehörig verschlossnes, Gefäß abfließen. In der Cisterne steht ein oben offner Cylinder, in welchen jenes senkrechte Rohr *f* bis fast auf den Boden herabreicht, wodurch eine Flüssigkeitssäule zum Absperrn des Gases erhalten wird, so daß kein Gas in die Cisterne eintreten kann. Angebrachte Hähne dienen zum Ablassen des Theers und der über ihm stehenden ammoniakalischen Flüssigkeit.

Das Gas wird nach dem Condensator, Condenser, *g, g, g* geleitet, um durch umgebendes kaltes Wasser möglichst alle condensir-

ren Dämpfe niederzuschlagen. Man hat verschiedene Einrichtungen der Art, z. B. eiserne Röhren, welche im Zickzack in einem mit Wasser gefüllten Kasten angebracht sind, oder vertikale mit einander verbundene Röhren. Es wird zu dem Ende ein viereckiger Kasten mit doppeltem Boden aus Eisenplatten zusammengefügt, der obere Boden hat eine bestimmte Anzahl Oeffnungen, auf welche die Röhren *h, h, h, h* aufgeschraubt sind, welche in parallelen Reihen geordnet mit einander durch Verbindungsstücke oben in Zusammenhang stehen. Der zwischen beiden Boden bleibende Raum ist durch senkrechte Platten *i, i, i, i*, welche vom obern Boden bis fast auf den untern herabsteigen, in kleine Abtheilungen getheilt, zu denen stets zwei Röhren gehören, welche aber nicht unmittelbar mit einander verbunden sind, sondern von denen die eine das Gas aus der vorstehenden Abtheilung zu-, die andere in die nächst folgende ableitet. Dadurch, daß das Gas durch dieses Röhrensystem durchströmt, welches von kaltem Wasser umspült ist, wird es hinlänglich abgekühlt, so daß sich aller Theerdampf in den Abtheilungen zwischen beiden Boden absetzen kann. (Es versteht sich, daß die Sperrflüssigkeit stets in diesem Raum eine bestimmte Höhe behalten muß, weil sonst das Gas aus einer Abtheilung in die andere überströmen könnte, und nicht durch die Röhren zöge.) Das Wasser wird allmähig warm, muß also von oben abgelassen werden, während stets kaltes Wasser dem Boden des Kastens durch eine Lutte *k* zugeführt wird.

Aus dem Condensator geht das Gas durch ein Rohr *l* in den Reinigungsapparat, *Epurateur, laveur, purifier, lime machine, m, m*. Das Leuchtgas enthält nämlich außer den Kohlenwasserstoffgasen noch kohlen saures Gas, welches nicht brennbar ist, und die Helligkeit vermindert, sodann Schwefelwasserstoffgas, welches durch sein Verbrennen schwefligsaures Gas erzeugt, welches nachtheilig auf das Metall der Brenner wirkt. Um diese Gase zu entfernen, leitet man das Gas durch Kalkmilch, welche sowohl das kohlen saure Gas, das Schwefelwasserstoffgas, als auch die durchs Abkühlen nicht völlig condensirten empyreumatischen Theile aufnimmt, wodurch sich eine Verbindung von Brandharz mit Kalk bildet. Die Einrichtung dieses Apparats ist mannichfaltig abgeändert worden. Man ließ das Gas am Boden des cylindrischen, aus Eisen gefertigten, mit einer Rührvorrichtung versehenen, Gefäßes eintreten, und durch die Flüssigkeit aufsteigen. Dies hatte aber zur Folge daß eine bedeutende Spannung des Gases in den Retorten und allen Theilen des Apparats erzeugt werden mußte, um den Druck jener Flüssigkeitssäule zu überwinden, wodurch Undichtheit, Erschwerung der Gasentbindung und schnellere Beschädigung der Retorten eintrat. Man läßt daher das Gas von oben in einem trichterartig erweiterten

Rohr *n* eintreten, welches 18 Zoll eintaucht, am untern Ende einen mit vielen kleinen Löchern durchbohrten Deckel hat, durch welche das Gas ausströmt, während man durch stetes Umrühren des Kalkbreies dafür sorgt, daß gehörige Erneuerung der Kalktheilchen, welche absorbiren können, stattfinde. Das Bewegen des Rührers geschieht theils mit der Hand, theils mittelst Maschinen.

[*D'Arcet* empfahl die Anwendung einer archimedischen Schnecke (*Cagnardelle*) um jenem Uebelstand abzuhelpen; das Reinigungsgefäß ist durch eine am Deckel befestigte, bis in die Kalkflüssigkeit senkrecht herabreichende, Scheidewand in 2 Hälften getheilt, jedoch so, daß dieselben unterhalb mit einander Zusammenhang haben; durch beide geht die Schnecke hindurch. So wie das Gas in der einen Hälfte über der Flüssigkeit eintritt, wird es von der Schnecke geschöpft und nach dem untern Ende derselben durch die Kalkflüssigkeit geführt, wo es dann austretend durch die Flüssigkeit der zweiten Hälfte aufsteigt, um von dort aus weiter geleitet zu werden. Man hat in England vorgeschlagen, statt Kalkbrei gepulverten gebrannten Kalk anzuwenden; aber er ballte sich schnell zusammen, und das Gas ging nicht gehörig hindurch. *Bérard* lehrte zu Staub gelöschten Kalk (Kalkhydrat) mit Moos gemengt in den Reinigungsapparat zu schütten, welcher zu dem Ende einen doppelten Boden haben muß. Hierdurch erspart man das Umrühren, und nach seiner Behauptung auch an Kalk.]

Was den Verbrauch an Kalk betrifft, so können mit 1 preuss. Tonne Kalk 73500 Kubikf. Gas, welches vorher durch einen Condensator gegangen ist, gereinigt werden, aber nur 31200 Kubikf. nicht condensirtes Gas. — Soll die Kalkflüssigkeit abgelassen werden, so öffnet man den Hahn an dem mit der Kalkmaschine verbundenen Cylinder *o*, und schüttet durch *o* frisch gelöschten mit Wasser verdünnten Kalk ein (1 Kalk und 22 bis 24 Wasser). Es sind meistens 2 Kalkmaschinen im Gang, so daß das Gas zweimal durch Kalk gehen muß. Ist das Gas von Schwefelwasserstoffgas völlig durch den Kalk befreit, so muß es in einer Auflösung von essigsauren Bleioxyd keine Schwarzfärbung bedingen.

Aus dem Reinigungsapparat wird das Gas durch das Rohr *p* in den Gasbehälter, Gasometer, *Gazomètre*, *Gasholder*, geleitet. Die gewöhnlichen Gasometer sind aus Eisenblech luftdicht zusammengefügte theils runde, theils quadratische Kästen *q*, unten offen, in große etwas weitere und tiefere Wasserbehälter *r*, *r* eintauchend. Diese sind entweder aus Holz gefertigt, mit starken eisernen Reifen umgeben, oder aus Eisenplatten zusammengefügt, oder es sind wasserdichte Cisternen (*tank*); die erstern Einrichtungen haben den Vorzug, daß man von allen Seiten zukommen kann, und namentlich ein Lecken sehr bald entdeckt. Das Gasometer hängt an 3 Ketten, die sich in eine Hauptkette

vereinigen, welche über eiserne Rollen geleitet, durch ein Gegengewicht *s* beschwert wird, welches durch Auflegen schwerer Platten vermehrt oder vermindert wird. Das Gegengewicht dient um das eigne Gewicht des schweren Kastens auszugleichen, denn sonst könnte das Gas das schwere Gasometer nicht heben und nicht einströmen. Aus dem Reinigungsapparat tritt das Gas durch eine durchs Wasser des Behälters senkrecht aufsteigende Röhre *t* ein, welche nothwendig über den Wasserstand hervorragen muß; durch eine zweite ähnliche Röhre *u*, *u* wird das Gas abgeleitet. Die GröÙe der Gasometer ist sehr verschieden von 10 bis 30 ja 50000 Kubikfuß Inhalt. Aus der Höhe, bis zu welcher dasselbe sich über den Wasserspiegel erhebt, beurtheilt man die Menge des in ihm angesammelten Gases. — Häufig haben Gasometer kein Gegengewicht.

[Man hat auch drehbare Gasometer, welche eine weit zusammengesetztere Einrichtung haben, und in den besondern Schriften über Beleuchtung mit Gaslicht nachgesehen werden müssen; ferner Gasometer aus einzelnen in einander schiebbaren Stücken bestehend, (wie das Rohr eines Taschenteleskops) *Gasomètre à lunette*. — Man stellt die Gasometer theils im Freien auf, was aber in Rücksicht auf Sturm, Regen und Kälte bei uns nicht wohl thunlich ist, oder unter Dach in eignen zu dem Ende errichteten Gebäuden.]

Zum ruhigen, steten, gleichförmigen Brennen der Gaslichter ist es unumgänglich nothwendig, daß das Gas, welches aus dem Gasbehälter nach dem Ort der Bestimmung hingeleitet wird, stets in gleicher Menge und mit gleicher Geschwindigkeit ausströme. Um dies zu bewirken, ist eine stets gleiche hydrostatische Druckhöhe im Gasometer erforderlich, welche nur mit vieler Schwierigkeit durch Regulirung der Gegengewichte erreicht werden kann, denn je tiefer das Gasometer ins Wasser eintaucht, desto leichter wird es, und drückt folglich desto weniger. Man hat zu diesem Ende einen eignen Gasregulator, *Governor*, *regulating Guage*, construirt, einen kleinen Gasbehälter, durch welchen alles Gas aus den Gasometern durchpassiren muß, um aus der Anstalt nach den zu beleuchtenden Orten geführt zu werden. Denselben Zweck erreicht man auch wohl noch auf eine andere Weise. Auch ist es nothwendig, genau die Quantität des zum Verbrauch aus der Anstalt gesendeten Gases zu reguliren.

[Zu dem Ende dient ein genau construirter Hahn in der Hauptableitungsröhre, welcher mittelst eines Räderwerks und Schlüssels gedreht wird, so daß verschiedene Gasmengen willkürlich hindurchgelassen werden können. Mit dem Hahn ist ein Zeiger in Verbindung gesetzt, welcher an einem Zifferblatt die KubikfüÙe Gas anzeigt, welche in der Minute durchströmen. Will man das in einem großen Gebäude von dem Gaswerk erhaltne Gas messen, um es nach Kubikfuß zu

bezahlen, und nicht nach der Zahl der Flammen, so bedient man sich dazu der *Gasmesser, Gasmeter, self acting Guage*. Es sind blecherne, runde Kasten *a, a, a* Fig. 8 und 9 Tafel III., in welchen sich ein eigen gestaltetes, hohles, aus 4 getrennten Fachen bestehendes, um eine Axe bewegliches Gefäß *b, b, b, b* sich bewegen kann. Im Gefäß und Kasten ist so viel Wasser enthalten, daß es über die Mitte reicht. Das Gas tritt durch die hohle Axe *c* in ein Fach des Gefäßes *b* ein, bewegt das Gefäß von der rechten zur linken herum, bis die Oeffnung des Fachs an der äußern Peripherie bei *d* außerhalb des Wassers ist, worauf das Gas in den Zwischenraum zwischen dem Kasten und dem Gefäß austreten und durch das Rohr *e* nach dem Ort seiner Bestimmung geleitet werden kann. Das sich drehende Gefäß bewegt durch eine Räderverbindung verschiedene Zeiger an Zifferblättern, welche die verbrauchte Gasmenge nach Kubikfuß angeben. Diese Angaben sollen erfahrungsmäßig nicht ganz richtig sein. — *Crosley's Gasmeter.*]

Um das Gas aus dem Gaswerk nach den Orten, welche dadurch beleuchtet werden sollen, hinzuleiten, dienen grössere, weitere Röhren, *Tuyaux de conduite, Gas mains*, welche, von verschiedenem Durchmesser aus Gusseisen gefertigt, unter der Erde liegen, und engere Nebenröhren, *Tuyaux de distribution, Branch pipes*, welche das Gas aus jenen in die Häuser führen, und sich nach den einzelnen Gaslampen verzweigen. Die Hauptröhren müssen nach Maßgabe der Zahl von Flammen, welche aus ihnen Gas empfangen sollen, und der Entfernung der entlegensten, eine bestimmte verschiedene Weite haben (2 bis 10 Zoll); sie müssen wasserdicht und luftdicht sein, man probirt sie mit der hydraulischen Presse mit einem Druck von 300 Fuß Wasserhöhe (fast 10 Atmosphären). Sie werden 1½ bis 2 Fuß tief unter das Straßenspflaster möglichst geradlinig gelegt, mit einander theils durchs Zusammenschrauben, theils häufiger dadurch verbunden, daß die eine Röhre in einen weiten Ansatz am einen Ende der andern hineingeschoben wird, während man den Zwischenraum mit Blei vergießt, oder mit Kitt ausfüllt. Aus diesen Hauptröhren, welche in breiten Straßen zu beiden Seiten hinlaufen, verzweigen sich die Nebenröhren; diese sind theils aus Stabeisen zusammengeschweißt, theils aus Kupfer und gelöthet, theils aus Blei mit einem Zusatz von Zinn gegossen und über den Dorn gezogen. Zunächst an der Hauptröhre wendet man eine eiserne Röhre an, in diese fügt man für Straßenlaternen eine kupferne ein, welche sich nach der Laterne von der Wand abbiegt; bei Beleuchtung in Häusern fügt man in die eisernen bleierne Röhren, welche längst den Wänden hingeleitet werden, um zu den Brennern zu gelangen.

Was die Brenner betrifft, *bec, gas burner*, so sind sie verschieden. ob man nach Art eines brennenden Lichts bloß einen Gasstrahl, *jet*,

bilden, oder ob man, die Flamme *Argand'scher* Lampen nachahmend, eine hohle, kreisrunde Gasflamme erzeugen will. Bei Straßenlaternen bedient man sich der einzelnen Strahlen; man schraubt auf die Ausmündung der Röhre einen kugelförmigen Ansatz aus Messing oder Stahl, welcher eine feine Durchbohrung hat. Will man 3, 5 Strahlen neben einander erzeugen, *cockspur burner*, (Hahnenspornflamme) siehe Fig. 15 Taf. III., so werden so viele Löcher in gewissen Abständen, in einer gegen einander geneigten Richtung, eingebohrt, daß die einzelnen Strahlen nicht zusammenfließen; will man dieses bewerkstelligen, um eine fächerförmige Flamme, *bat's wing* (Fledermausflügel), zu erzeugen, Fig. 16, so werden die Löcher etwas näher an einander gebohrt und durch einen feinen Einschnitt in die Kugeloberfläche mit einander verbunden.

[In Fig. 14 ist eine einfache Gasflamme dargestellt, welche in einer Glasglocke brennt, an deren Basis mehrere Löcher eingebohrt sind, um der Luft gehörig Zutritt zu gestatten. Durch diese Einrichtung soll das Auslöschen durch den Wind vermieden werden.]

Die Brenner einer *Argand'schen* Gasflamme sind also eingerichtet: das Gas tritt in einen durch zwei concentrische Metallcylinder gebildeten hohlen Raum ein, welcher mit einer stählernen Deckplatte verschlossen ist, in welche eine gewisse Zahl feiner Oeffnungen im Kreis gebohrt sind. (Siehe Fig. 11 in der Oberansicht, Fig. 12 im Längendurchschnitt.) Indem nun das Gas durch dieselben strömt, hat die Luft zum Innern des brennenden hohlen Gascylinders Zutritt, indem sie durch den innern Cylinder durchströmt, wie bereits vorn Seite 88 angegeben und erklärt worden ist. Unter jedem Brenner muß nothwendig ein Sperrhahn sich befinden, um die Flamme auslöschen und jedes unnütze Ausströmen von Gas verhindern zu können. Nach einer polizeilichen Verordnung in Berlin müssen die Hähne so gearbeitet werden, daß sie nur um $\frac{1}{2}$ Kreis gedreht werden können, d. h. entweder auf oder zu, damit, wenn man zudreht, nicht aus Versehen der Hahn mehr als $\frac{1}{4}$ Kreis gewendet werde, und dadurch das Gas wieder ausströme.

Die Art und Weise, die Gaslichter und Lampen aufzustellen, ist mannichfaltig; theils sind es auf Tischen aufgestellte *Argand'sche* Lampen, zu denen das Gas durch eine senkrecht vom Fußboden aufsteigende Röhre gelangt, theils sind es von der Decke herabhängende Röhren, *Pendants*, (sogar in allen Richtungen beweglich, indem sie mit einem Kugelcharnier am obern Ende versehen sind), oder an der Wand befestigte Röhren, welche aus einzelnen luftdicht mit einander verbundenen, beweglichen Röhrenstücken bestehen, so daß man die Flamme an verschiedne Punkte hinleiten kann, wie Fig. 10 zeigt.

Aus der Physik ist bekannt, daß, soll die Luft, welche in einem Gasometer enthalten ist, durch Röhren ausströmen, dieselbe unter einem Druck gesetzt werden muß, der größer ist, als der der Atmosphäre. Dieser Druck ist, je nach der Entfernung und Zahl der zu speisenden Lampen, der Menge des Gases, welches verbraucht wird, der Länge der Röhrenstrecke verschieden, = 1 bis 3 Zoll Wasserhöhe.

[Ausbeute an Gas, und den verschiedenen Nebenproducten.]

Die Menge des Gases, die Qualität desselben, hängt von verschiedenen Verhältnissen ab: erstlich von der Beschaffenheit und Güte der Kohlen, zweitens von der Temperatur bei der Zersetzung.

Nach *Acorn* giebt ein Chaldron Steinkohlen (nahe 6 preuss. Tonn. oder 24 Scheffel) im Maximo an Gas:

Schottische Cannel-coal	19,890	Kubikfuß
Lancashire Wigan-coal	19,608	„
Yorkshire Cannel-coal	18,860	„
Newcastle coal		
1te Qualit.	16,920	„
12te „	8,348	„
Staffordshire coal		
1te Qualit.	10,866	„
4te „	9,748	„

Die Gasmenge, welche bei der Destillation aus den Kohlen entwickelt wird, ist, je länger der Prozeß andauert, desto geringer. Nach *Peckston* geben 1 Chaldron Newcastle Kohlen in 18 Retorten vertheilt.

in der 1ten Stunde	2,000	Kubikfuß
2	1,488	„
3	1,400	„
4	1,301	„
5	1,208	„
6	1,000	„
7	897	„
8	691	„
in 8 Stunden	9,985	Kubikfuß.]

Die zur Zersetzung der Steinkohlen angemessenste Temperatur ist die Kirschrothglühhitze; ist die Temperatur zu niedrig, so verflüchtigt sich viel brenzliches Oel, ohne sich zu zersetzen, man erhält zu wenig ölbildendes Gas, viel Theer; ist die Hitze zu groß, so vermindert sich die Menge des ölbildenden Gases, es setzt sich Kohlenstoff ab, und gewöhnliches Kohlenwasserstoffgas, und bedeutend viel Wasserstoffgas, entstehen dadurch. Ueberhaupt steht der Gehalt des producirten Gases an ölbildendem Gas mit der Dauer des Destillationsprozesses im umgekehrten Verhältniß, z. B. wenn bei Cannelkohle anfangs 18% ölbild. Gas erzeugt werden, so giebt es gegen das Ende nur 4%; bei gewöhnlichen

Kohlen anfangs 10% zuletzt 0%. Das specifische Gewicht des Kohlengases muß nothwendig auch variabel sein, es wird im Durchschnitt zu 5 von Henry fürs bessere angegeben, für gut gereinigtes 0,676; Precht! jeht 0,6 an.

Folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der verschiedenen Mischung des Kohlengases, je nachdem es zu Anfang oder zu Ende des Prozesses aufgefangen wird.

No.	Dichtigkeit	100 Volum Kohlengas aus Cannelkohle						
		Verzeh- ren Sauer- stoff	Erzeu- gen Kohlen- säure	enthalten:				
				Durch Chlor absorb. Gas	Kohlen- wasser- stoffgas	Kohlen- oxydgas	Wass- erstoff- gas	Stickgas
1	0,650	217	128	13	82,5	3,2	0	1,3
2	0,620	149	106	12	72	1,9	8,8	5,3
3	0,630	196	108	12	58	12,3	16	1,7
4	0,500	166	93	7	56	11	21,3	4,7
5	0,345	78	30	0	20	10	60	10

[Die Proben No. 1 bis 3 wurden in den ersten Stunden entnommen; Probe 4, 5 Stunden, Probe 5, 10 Stunden nach dem Anfang der Destillation.

Man prüft das Gas auf einen Gehalt an ölbildendem Kohlenwasserstoffgas, daß man ein abgemessenes Volum über Wasser sperrt, und $\frac{1}{2}$ Volum Chlorgas hinzubringt, das Gemeng vor der Einwirkung des Lichts geschützt 1 bis 2 Stunden lang hinstellt. Die beobachtete Verminderung des Volums, herrührend von der Condensation jenes Gases durch Chlor, giebt die Menge des erstern in dem abgemessenen Volum an, indem sich dasselbe mit Chlor zu gleichem Volum vereinigt.

An Nebenproducten werden gewonnen nach englischen Angaben von 1 Chaldron Newcastle Kohlen (nahe 6 preufs. Tonnen = 24 Schefel), bei durchschnittlich 10,333 Kubikfuß Gas, $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Chaldron Coals, 150 bis 180 Pfund Theer, (38 Quart) welcher an 26% flüchtiges Oel (Theeröl, Coal oil, Spirit of tar) liefert, und durchs Abdampfen 46 bis 48% Pech, oder aufs Pfund 9 Kubikfuß, nach Accum sogar 15 Kubikfuß Gas erzeugen kann. Endlich 180 bis 220 Pfund ammoniakalische Flüssigkeit (50 Quart), aus kohlen-, essig- und hydrothion-sauren Ammoniak gebildet. Man benutzt sie auf Salmiak. Den Theer wendet man, wie den aus Kienholz geschwelten, zum Holzanstrich, Kalfatern, zum Bestreichen von Mauerwerk etc. an, man destillirt ihn um Theeröl und Pech zu gewinnen. Man kann ihn auch zu Gas benutzen, oder als Brennmaterial, mit den kleinen Kohlen vermengt, in Kuchen geformt, unter den Gasretorten verbrennen. Das Kohlentheeröl dient

theils zur Auflösung von Caoutchouc und der Bereitung von Firnis, theils zum Brennen in Straßenlaternen. Den Kalk aus dem Reinigungsapparat, welcher kohlen- und schwefelwasserstoffsäuren Kalk, Verbindung des Kalks mit Brandharz und Brandöl enthält, benutzt man als Düngemittel auf nassen Wiesen.

Es befinden sich in London 4 große Gascompagnieen welche 47 Gasometer besitzen, von 917950 Kubikf. Inhalt; sie werden durch 1315 Retorten gespeist. Hierzu sind 33000 Chaldrons Steinkohlen erforderlich, welche 41000 Chaldrons Coaks produciren. Das jährliche Product ist mindestens 397000000 Kubikf. Gas, wodurch 61203 Lampen in Privathäusern und 7258 Lampen auf öffentliche Kosten versehen werden. Außer diesen 4 Hauptcompagnieen giebt es noch mehrere andere.

Das Berliner Gaswerk zählt 175 Retorten, 4 Gasometer, eins von 28, 3 von 30000 Kubikfuß Inhalt, Gesammtinhalt 118000 Kubikf.; das Material, dessen man sich bedient, sind theils englische, theils schlesische Steinkohlen; man arbeitet 8 und 6 Stunden lang, je nachdem viel oder wenig Gas bereitet werden soll. Der Condensator besteht aus 100 Röhren von 2200 Quadratfuß Abkühlungsfläche. Die Länge der eisernen Leitungsröhren unter dem Straßenpflaster beträgt über $11\frac{1}{2}$ preuß. Meilen (23200 Ruthen); die Dichtigkeit des Gases über die der Atmosphäre, wenn alle Lichte brennen, = $2\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll Wassersäule.

Am Ende des Jahres 1829 waren eingerichtet:

2671	Argand'sche Brenner in Privathäusern,
752	Straßenflammen » »
84	3löchrige Brenner
<u>4971</u>	Flammen.

Der Gasverbrauch zu diesen Flammen in den längsten Winternächten betrug gegen 210000 Kubikfuß Gas.

Auf Tafel V. giebt Fig. 4 eine Zeichnung des berliner Gaswerks; Fig. 5 die Vorderansicht des Retortenofens. Es liegen 7 Retorten in 3 Reihen in einer Feuerung; *a, a* die Retorten, welche auf dreien Punkten durch aufgemauerte Scheidewände *1, 1, 1*, die Lager aus feuerfestem Thon *2, 2* tragen, unterstützt sind; *a'* sind die Mundstücke der Retorten; *3, 3*, Oeffnungen, um die Farbe der glühenden Retorten zu beobachten, *4, 4*, Oeffnungen, um aus dem obern horizontalen Zug den Rus herausnehmen zu können. *b* die Gasröhren, *b'* die Sattelröhre mit 3 Oeffnungen, um dieselben leicht reinigen zu können; *c* die Vorlage, *c'* der gusseiserne Träger derselben, auf dem Retortenofen aufgestellt. *d* die Ableitungsröhre für das Gas und die niedergeschlagne Flüssigkeit. *e* die Theercisterne, *f* das Rohr, welches das Gas nach dem Condensator *g, g, g* leitet, einem Kasten aus Eisenplatten zusammengeschraubt, in welchem 100 Röhren *h, h*, vertikal aufgestellt sind; die Construction dieses Apparats weicht darin, von der auf Tafel III. gezeichneten ab, daß hier das Wasser nicht bis oben herauf steht, sondern nur bis an einen falschen Boden *i, i*, durch welchen die

die Röhren hindurch gehen. Dieselben sind nicht mit Sattelröhren verbunden, sondern je 2 und 2 mit einer Stürze aus Eisenblech k', k' , überdeckt, welche leicht abgenommen, und die Röhren ohne Schwierigkeit gereinigt werden können. Durch diese Einrichtung muß sich aber nothwendig in der obern Abtheilung des Condensators, über dem obern falschen Boden i, i , Theer und ammoniakalische Flüssigkeit niederschlagen, welche ein Sperrmittel fürs Gas bildet, und durch die Röhre k^2 in die Theercisterne geführt wird; k^1 leitet das niedergeschlagne Flüssige aus dem untern Behälter, der in einzelne Zellen i', i', i' getheilt ist, in eine andere Cisterne. k ist das Zuflußrohr für kaltes, k' für das warm gewordne Condensationswasser, k^3 ein Rohr, um beim Füllen des Condensators mit Wasser die Luft abzuweichen.

Durch das Rohr l gelangt das Gas nach der Kalkmaschine m, m , durch den Trichter n eintretend; (es sind 2 solcher Maschinen mit einander verbunden, aber nur eine ist gezeichnet). Durch das Rohr p wird das Gas nach dem Gasometer geleitet, o ist eine mit einer Platte verschlossene Oeffnung um das Rohr reinigen zu können, da Kalk unvermeidlich hineinspritzt und es verstopft; überhaupt muß das Rohr p mehrere Fuß aufsteigen, che es sich herabbiegt, damit nicht Kalkbrei mit herüber gerissen werde. q ist ein in die Erde eingerammtes eisernes Rohr, mit einem Hahn s , es dient die sich absetzende Flüssigkeit aufzunehmen, welche durch das Rohr r von Zeit zu Zeit mittelst einer Pumpe ausgezogen wird; bei t geht das ins Gasometer führende Rohr ab. Durchs Zudrehen des Hahnstücks s wird dem Gas der Rücktritt aus dem Gasometer in die Kalkmaschine verwehrt. Eine gleiche Einrichtung ist auch an dem Rohr angebracht, welches das Gas aus dem Gasometer abführt. Der Gasometerdeckel ist durch 48 eiserne Strebebänder mit der Seitenwand gehörig verbunden, um Verbiegungen zu vermeiden, indem der Quadratfuß Eisenblech etwa nur 3 Pfund wiegt. Das Gasometer ist ohne Gegengewicht eingerichtet, weshalb nach und nach Gewichte auf den Deckel gelegt werden müssen, um das Gas, wenn es ausströmt, unter gleichem Druck zu erhalten.]

2) Darstellung des Leuchtgases aus Oel; Oelgas, *Gas d'huile, oil gas*.

Die Mechaniker Gebrüder *Taylor* waren die ersten, welche 1815 einen solchen Apparat ausführten; er ist mit dem für Steinkohlen angewendeten in vieler Hinsicht analog, jedoch im Allgemeinen weit einfacher. Tafel III. Fig. 6 stellt einen von *Hartley* in Liverpool erbauten Oelgasapparat dar und zwar im Querdurchschnitt, Fig. 7 im Längendurchschnitt und Hinteransicht. In jedem Ofen lagern 6 Retorten, a, a , von 6 Fuß Länge, 10 Zoll Durchmesser, und zwar je 2 und 2 in einem gewölbten Raum a', a' , in welche die Flamme aus dem unter ihnen befindlichen Feuerraum b' durch Oeffnungen c', c' hineinschlägt, und durch die Züge d' in das horizontale Rauchrohr e , welches mit Ei-

senplatten zugedeckt ist, geleitet wird. Angebrachte Schieber *b*, *b* dienen den Zug durch die Züge *d'* zu reguliren. Auf dem Rauchrohr *c* sind an der Hinterseite des Ofens die Oelbehälter *d* aufgestellt, wodurch das Oel vorgewärmt (ist es ein Fett, dieses flüssig erhalten) wird; auf einem eisernen Träger stehen über diesen die größern, verschlossenen Behälter *g*, welche die untern speisen. Der ganze Ofen ist mit Eisenplatten verkleidet.

Die Retorten *a*, *a* werden mit klein geschlagenen Coaks, von der Größe eines Hühnereies, gefüllt, um für das hinein zu leitende Oel eine größere Oberfläche zu gewinnen, und dadurch die zersetzende Einwirkung der Hitze zu verstärken. Ist die Retorte gehörig erhitzt, (rothglühend, 600°C.), so läßt man das Oel, geschmolzene Fett, Thran, aus einem auf dem Rauchkanal befindlichen Behälter *d*, durch ein Rohr *e* in einem dünnen Strahl einströmen, indem man durch einen Hahn *d'* den Zufluß regulirt. Entweder sind je zwei und zwei Retorten am entgegengesetzten Ende mit einander verbunden, so daß das Oel in Dampfform entmischt aus einer Retorte in die andere übertreten muß, um aus der zweiten in das Ableitungsrohr zu gelangen, oder es tritt am entgegengesetzten Ende das gasförmige Product durch eine aufsteigende Röhre *f* aus dem Zersetzungsraum. Um das etwa noch nicht völlig zersetzte dampfförmige Oel, die flüchtigen Fettsäuren, welche das Gas begleiten, zu condensiren, leitet man das Gas in den Oelbehälter *g*, so daß es durch das Oel durchgehen muß. Zu dem Ende ist der Oelbehälter luftdicht verschlossen; aus ihm speist man den untern Kasten *d*, welcher das Oel den Retorten zuführt. Statt dessen leitet man auch das luftförmige Product durch einen eignen Kühlapparat, ein im Zickzack gebogenes, in einem mit Wasser gefüllten Gefäß liegendes Rohr, von dessen tiefstem Punkt das condensirte Oel durch eine Röhre nach dem Oelbehälter stets abgeführt wird. Aus dem Abkühler tritt das Gas in ein Gasometer. In der Liverpooler Anstalt waren für 24 Retorten 2 Gasometer von 42 Fuß Durchmesser, 14 Fuß Höhe.

[Man bedient sich des Rüb-, Hanföls, des Wallfischthrans, der schlechtesten Sorte Palmöl (in England) u. s. f., deren Preis die Anwendung gestattet. Man berechnet aufs Kilogramme Saamenöl 830 Liter Gas = ungefähr 27 Kubikfuß; gereinigtes Rüböl gab vom Pfund 32 Kubikfuß. Nach englischen Angaben giebt ein Gallon, = $3\frac{9}{16}$ pr. Quart, 90 bis 105 englische Kubikfuß Oelgas, = 82,37 bis 99,5 preuss. Kubikfuß; ein Gallon Palmöl 95 engl. Kubikf. Die Temperatur hat auf die Menge und Beschaffenheit gleichfalls großen Einfluß; bei der Dunkelrothglühhitze entsteht weniger Gas dem Volum nach, 70 bis 80 engl. Kubikfuß aus dem Gallon, aber reicher an ölbildendem Gas, dagegen bei

Vergleichung d. Leuchtkraft d. Kohlen- u. Oelgases. 147

einer lebhaften Rothglühhitze mehr, 100 bis 120 Kf., aber weniger reich an jenem Gas. Das spezifische Gewicht wird angegeben im Mittel zu 0,76 bis 0,90, es kann bis 1,110 steigen.

No.	Dichtigkeit	100 Volum Oelgas						
		verzeh- ren Sauer- stoff	geben Kohlen- säure	enthalten				
				durch Chlor absorb. Gas	Kohlen- wasser- stoffgas	Kohlen- oxydgas	Was- serstoff- gas	Stickgas
1	0,464	116	61	6	28,2	14,1	45,1	6,6
2	0,590	178	100	19	32,4	12,2	32,4	4
3	0,758	220	130	22,5	50,3	15,5	7,7	4
4	0,906	260	158	38	46,5	9,5	3	3

No. 1 und 2 wurden bei lebhafter Rothglühhitze dargestellt; No. 3 bei einer möglichst niedrigen Temperatur; sämmtlich aus Oel. No. 4 von Taylor in London, aus Thran.

Es entsteht noch die Frage, ob es überhaupt vortheilhaft sei, aus Oel Gas zu bereiten, da man das Oel in Lampen brennen kann? Es wird aber vom Oel, wenn es in gut construirten Lampen ohne allen Verlust brennt, nicht die Helligkeit erzeugt, als wenn man dieselbe Oelmenge in Gas verwandelt verbrennt, obgleich bei der Gasbereitung, ungeachtet der größten Sorgfalt, stets ein Verlust an Kohlenstoff unvermeidlich stattfindet. Nach Clément verhält sich die Helligkeit der Beleuchtung durch Oel und durch aus einer gleichen Menge Oel dargestelltes Gas = 100 : 133. Ferner kann man zur Gasbeleuchtung Oelarten verwenden, welche ihres widrigen Geruchs wegen nie in Lampen gebrannt werden können, und im Preise wohlfeiler sind.]

In Betreff der Beleuchtungsfähigkeit des Oelgases im Vergleich mit dem Kohlengas bei gleichem Volum, muß voraus die Bemerkung gemacht werden, daß sie gar sehr von der relativen Mischung beider Arten Gas abhängt. Aus einer Reihe vieler Versuche, welche Christison und Turner *) hierüber anstellten, geht folgendes hervor.

Bei einem specif. Gewicht von		verhält sich das Leuchtvermögen	
Kohlengas	Oelgas	Kohlengas	Oelgas
0,659	0,818	100	: 140
0,578	0,910	100	: 225
0,605	1,110	100	: 250
0,407	0,940	100	: 354
0,429	0,965	100	: 356.

*) D. p. I. Bd. 18. s. 119. 465.

Vergleicht man das Leuchtvermögen von Oel in einer *Careel'schen* Lampe gebrannt mit dem des Oel- und Kohlengases, so ergibt sich bei gleicher Helligkeit während einer Stunde ein

Verbrauch von Oel 42 Gramme = 2 Loth $3\frac{1}{2}$ Quentchen preuss.
 von Kohlengas 106 bis 110 Liter = 3,55 pr. Kubikf. od. 6140 Kubikz.
 von Oelgas 28 " 30 " = 1660 pr. Kubikzoll.

Nach *Accum* ist das Leuchtvermögen eines halben engl. Kubikfusses Kohlengas aus Newcastle Kohlen gleich dem eines Talglichts 6 auf Pfund, eine Stunde lang brennend, so daß 15 Kubikfuss Gas eben so lange ein gleich starkes Licht gewähren, als 6 Lichte, von denen ein jedes 5 Stunden brennt. Der Verbrauch an Gas für einen *Argand'schen* Brenner und Straßsenbrenner wird in Berlin zu $5\frac{1}{2}$ Kubikfuss stündlich, mit Einschluss des nicht zu vermeidenden Verlusts, geschätzt.

[Die Höhe der Gasflammen muß, bei der Erzeugung der möglichst größten Helligkeit, in einem nothwendigen Verhältniß zur Natur des Gases stehen. Aus dem oben Seite 80 über die Flamme im Allgemeinen Gesagten geht hervor: daß die Helligkeit derselben vom Erglühen des Kohlenstoffs im Innern herrührt; verbrennt nun aber fast aller Kohlenstoff durch verhältnißmäßig im Uebermaße zur Flamme geleiteten Sauerstoff der Luft, so wird die Helligkeit eben so gut sich vermindern, als wenn zu viel Gas ausströmt, so daß der hinzutretende Sauerstoff der Luft nicht hinreicht, durchs Verbrennen einen solchen Hitzegrad zu erzeugen, um den unverbrannten Kohlenstoff in Weißglühzustand zu versetzen. *Christison* und *Turner* haben in ihrer Abhandlung über das Verhältniß der Flammenhöhe, der verzehrten Menge Gas, der Intensität des Lichts Versuche mitgetheilt, nach welchen für einfache Gasflammen, *jets*, die zweckmäßigste Höhe bei Kohlengas 5 engl. Zoll, bei Oelgas 4 Zoll ist, dagegen bei *Argand'schen* Flammen für Kohlengas, bei 5 Oeffnungen im Brenner und einem specif. Gewicht von 0,605, zwischen 3 und 4 Zoll, für Oelgas bei einem specif. Gewicht von 0,91 und 15 Oeffnungen im Brenner, $2\frac{1}{2}$ Zoll. Macht man die Flamme des letztern höher, so fängt sie an zu rauchen. Die Größe der Oeffnungen im Ring für eine *Argand'sche* Flamme sowohl, als für einfache Strahlen ist bei beiden Gasarten nicht gleich. Es gewähren, nach den Versuchen der beiden englischen Naturforscher, die größte Helligkeit

für einfache Strahlen	für <i>Argand'sche</i> Flammen
bei Kohlengas Oeffn. von $\frac{1}{8}$ engl. Zoll Durchm.	von Kg. 0,60 spec. G. 10 Oeffn. $\frac{1}{2}$ Z.
" Oelgas spec. Gewicht 0,944	" Ölg. 0,90 " " 15 " $\frac{1}{50}$ "
$\frac{1}{45}$ engl. Zoll Durchm.	" dsgl. 0,68 $\frac{1}{10}$ "

Ebenso ist auch der Abstand der Oeffnungen von einander nicht gleichgültig, für Oelgas bei $\frac{1}{50}$ Zoll D. $\frac{12}{100}$ Zoll, für Kohlengas bei $\frac{1}{32}$ Zoll D.

$\frac{15}{100}$ bis $\frac{12}{100}$ Zoll. Die zweckmässigste Höhe des Glascyinders für *Argand'sche* Flammen 6 Zoll. Die Glascyinder müssen eine ziemliche Weite haben, um den Zug nicht zu sehr zu vergrößern. *Bourgonignon's* rauchverzehrender Apparat steht hiermit in nächstem Zusammenhang, siehe Fig. 13. Es ist eine halbkugliche kleine Glocke mit einem gekrümmten Rohr zum Ableiten des condensirten Wassers, Rauchs; er vermindert, wird er über dem Glascyinder aufgestellt, den starken Luftzug, und gewährt dadurch, daß er das zu heftige und vollständige Verbrennen mindert, wodurch Kohlenstoff zu sehr verzehrt wird, nach Versuchen eine größere Helligkeit im Verhältniß von 100 : 176. Man kann mittelst desselben eine Ersparniß an Gas von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{2}$ erreichen, abgesehen davon, daß die Menge des erzeugten Wassers, der schwefligen Säure, der entwickelten Wärme geringer wird. Ein ganz gleiches Resultat erhielten *Taylor* und *Lowry**), als sie den Luftzutritt sowohl durch Verengerung der untern Luftöffnungen, als auch durch Verkürzung des Cylinders, Anwendung von Drahtgeweben auf die obere Oeffnung desselben, verminderten.]

Beleuchtung durch tragbare Gaslampen, *éclairage à gas portatif, portatif gas lamps. portable*

Man hat neuerdings versucht, das Gaslicht tragbar zu machen, d. h. man presste sehr verdichtetes Gas in einen gehörig dichten Behälter von Kupfer, und ließ es dann durch Brennmündungen ausströmen; *Gordon* lehrte zuerst zu diesem Zweck das Oelgas benutzen, weil dieses im Vergleich mit Kohlengas, um gleiche Helligkeit zu erzeugen, in einem 3mal kleinern Volum erforderlich ist. Das Gas wird mittelst einer Verdichtungspumpe in einem eignen größern Verdichtungsgefäße comprimirt; auf dasselbe schraubt man die einzelnen zu füllenden Gefäße auf, und leitet dann, durchs Oeffnen der Hähne, das Gas hinein. Ein am großen Behälter angebrachter Druckmesser zeigt den Grad der Verdichtung an. Da sowohl der Behälter, als auch die einzelnen Gefäße einen starken Druck von Innen aushalten müssen, so ist es durchaus erforderlich, daß sie von gehöriger Metallstärke sind, und mittelst der Wasserpresse auf einen höhern Druck, als sie auszuhalten haben, probirt wurden. Die Dichtigkeit des eingeschlossnen Gases ist 15, 25, bis 30mal größer als die der Atmosphäre. Wäre daher 1 Kubikfuß einfach dichtes Gas nöthig, um eine Flamme eine Stunde lang brennen zu lassen, so würde ein Raum von $\frac{1}{32}$ Kubikfuß 32mal comprimirtes Gas hinreichen, die Flamme 8 Stunden lang zu unterhalten. Eine große Schwierigkeit ist aber, das Ausströmen des Gases so zu reguliren, daß es Anfangs nicht zu mächtig, gegen das Ende nicht gar zu langsam hervordringe, und

*) D. p. J. Bd. 32. S. 417.

dadurch eine sehr ungleiche Flamme und Helligkeit gebe. Eine solche Einrichtung ist noch nicht vollkommen gelungen. Ausserdem ist stets Gefahr wegen des Zerberstens der Gasbehälter vorhanden und Fälle der Art sind leider nicht selten gewesen. — Tragbares Gas hat man sowohl bei Strassenlaternen, als auch zum Erleuchten im Innern von Gebäuden angewendet; es ist das Angenehme dabei, dass die grossen, kostspieligen Röhrenleitungen erspart werden, und man das Gas nach Belieben kaufen kann, ohne besondere bauliche Einrichtungen im Haus deshalb nöthig zu haben.

Harzgas. Schon oben Seite 134 ist erwähnt worden, dass man aus Theer, Pechöl, Theeröl, Gas darstellen kann. Nach *Accum* giebt 1 Pfund dicker schwedischer Theer 7 Kubikfuss Gas, nach *Schwarz* 100 Kubikzoll Pechöl 56 bis 60 Kubikfuss Gas, welches $\frac{1}{2}$ seines Volums ölbildendes Gas enthält. Eben so kann aus rohem Fichtenharz, Pech in Kienöl aufgelöst Gas bereitet werden. In Frankreich, neuerdings in England, hat man Harzgas im Grossen dargestellt, und *Daniell**) darauf ein Patent genommen. Der von letzterm angegebne Apparat ist auf Tafel III. Fig. 4 und 5 abgebildet, erstere stellt denselben in der Vorderansicht, letztere im Querschnitt dar.

[*a* ist ein eiserner Kasten, in welchem das Harz oder Pech, mit einem Zusatz von Kienöl (auf 100 Pfund Pech 10 Gallon, nahe 40 Quart), geschmolzen wird, indem das Feuer, welches die Retorten heizt, auch diesen Kasten erhitzt. In dem Kasten ist ein Drahtgitter angebracht, damit nur das geschmolzene Harz nach den Hähnen *b, b* gelangen kann, kein Harzklümpchen. Durch die Hähne wird das flüssige Harz in die Trichter *c, c* geleitet, welche es dann durch gekrümmte Röhren *d, d* in die Retorten *e, e* fliessen lassen. Diese sind mit Coaks zum Theil erfüllt, um die Berührungsfläche zu vergrössern; von dem Hintertheil der Retorte führt ein Rohr nach dem Condensator *f*, welcher mit einem Gefäss voll kaltem Wasser umgeben ist, und dazu dient den unzersetzt überdestillirten Antheil Kienöl aufzufangen, welches durch ein heberförmig gekrümmtes Rohr in den grössern Behälter *g*, die Oelcisterne, abläuft. Das Gas steigt dagegen aus dem Condensator durch ein winkelrecht gebognes Rohr *h* auf, welches in ein mit Wasser gefülltes Gefäss *i* eintaucht, wodurch das Gas gewaschen vermöge des Rohrs *k* nach dem Gasometer abgeleitet wird. Da sich auch im Gefäss *i* noch Kienöl abscheiden wird, welches auf dem Wasser schwimmt, so ist in einer gewissen Höhe ein fallendes Rohr *l* angebracht, welches nach der Oelcisterne führt, und ebenfalls heberartig gekrümmt ist, um das Gas abzusperren.]

*) D. p. J. Bd. 33. S. 41.

Das Kienöl wird fast gar nicht bei diesem Prozeß zerstört, sondern dient das Harz aufzulösen und zu zertheilen, man gewinnt es in der Oelcisterne beinahe vollkommen wieder. 100 Pfund Pech geben 1000 Kubikfuß Gas, dessen Leuchtvermögen sich zu dem des Kohlengases verhält = 2,5 : 1; Schwefelwasserstoffgas, ammoniakalische Flüssigkeit bilden sich nicht bei diesem Prozeß. In England findet man diese Gasbereitungsmethode bedeutend wohlfeiler, als aus Oel und Fett.

Das Gaslicht gewährt außer dem, dass es hell und besonders das Oelgas blendend hell brennt, und, wenn es gehörig gereinigt ist und vollständig verbrennt, nicht stinkt, den Vortheil einer größern Feuersicherheit im Vergleich gegen Beleuchtung mit Lichten oder Lampen, indem es ohne Kohle abzusetzen, ohne Funken zu werfen, brennt und nicht braucht geputzt zu werden. So wie der Hahn zuge dreht wird, (über die zweckmäßige Einrichtung desselben siehe oben Seite 141), ist die Flamme vollkommen gelöscht, und da sie nicht tragbar ist, kann sie zu brennbaren Substanzen bei weitem nicht so leicht zukommen, als gewöhnliche Lichte und Oellampen. Es müssen aber auch alle Röhren luftdicht sein, denn sonst verbreitet sich Gas bei verschlossnen Hähnen in den Zimmern, und erzeugt einen übeln Geruch. Sollte es sich durch Undichtheit der Röhren, Offenstehen von Hähnen in einem Zimmer in Menge angesammelt haben, so gehe man nicht mit Licht hinein, denn sonst entzündet es sich und wirkt wie die schlagenden Wetter (siehe oben Seite 131). Jedoch kann man durch den Geruch die geringste Beimengung von Gas bemerken.

Außer zum Beleuchten hat man das Kohlengas auch noch angewendet: 1) zur Füllung von Luftbällen; dann muß es aber möglichst leicht sein; es steht jedoch in dieser Beziehung dem Wasserstoffgas weit nach; 2) zum Sengen loser Baumwollengewebe, denn bei dichtern ist es nicht anwendbar; 3) zur Darstellung von Cämentstahl nach *M'Intosh, Vismara*. In England bestehen Fabriken, welche auf diese Art Stahl gewinnen. (4) Zum Abtreiben des Bleies vom Silber*) hat man auf der Halsbrückner Hütte bei Freiberg das Kohlengas versucht.)

Ueber Gaslicht siehe: *Accum practical treatise on Gaslight*. London 1815. — *Accum description of the process of manufacturing coal-gas*. London 1819. Uebersetzt von *Lampadius*, Weimar 1816—19. 2 Bände. — *Tabor* vollständiges Handbuch der Gasbeleuchtungskunst. Frankf. a. M. 1822. 2 Bände. — *Peckston theory and practice of gas-lighting*. London 1819. — *Dictionnaire technologique Tome VII*. p. 399. Artikel „*Eclairage*“ und *Tom. II*. p. 465. *Tom. XI*. p. 465.

*) E. J. Bd. 5. S. 206. Bd. 6. S. 199. 381.

[Es ist bereits oben erwähnt worden, daß *Faraday**) vor einigen Jahren mehrere neue Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff entdeckt hat. Man gewinnt nemlich bei der Zusammendrückung des Oelgases (um es in tragbare Gaslampen zu füllen) eine eigne öartige Substanz, und zwar von 1000 engl. Kubikfuß etwa 231 Kubikzoll. Diese Flüssigkeit ist theils farblos, theils grün beim reflectirten und gelb-braun beim durchgehenden Licht, specifisches Gewicht 0,821, riecht wie das Oelgas, ist sehr flüchtig und kocht sehr leicht, braust beim Ausgießen wie Champagner, löst sich nicht in Wasser, aber in Alkohol, Aether, den Oelen auf, verbindet sich leicht mit Schwefelsäure.

Diese Flüssigkeit ist ein Gemeng von mehrern flüchtigen Oelen, die einander rücksichtlich der Brennbarkeit und Leuchtkraft sehr ähnlich aber durch verschiedene Flüchtigkeit verschieden sind, *Faraday* hat deren 3 unterschieden.

1) Kohlenwasserstoff mit doppelt so viel Kohlenstoff, als im ölbildenden Gas, *Bicarburet of hydrogen*. Man erhält diese Substanz, wenn man das ölige Product bei 85° destillirt, und das Destillat bis — 18° abkühlt, in farblosen, durchsichtigen Krystallen. Sie schmelzen bei + 5,5, riechen wie Oelgas, zugleich etwas nach bitterm Mandeln, specifisches Gewicht bei 15° 0,85, bei 0° 0,956; lösen sich nicht in Wasser, aber in Alkohol, Aether, den Oelen auf, verbrennen mit heller Flamme, vielem Rauch, setzen durch eine glühende Röhre getriebene Kohle ab, und werden zu Kohlenwasserstoffgas. Es wird diese Materie von Chlor, Salpetersäure zersetzt, welche sie roth färbt, verbindet sich mit Schwefelsäure ohne Zersetzung, welche Verbindung bei + 1° krystallisirt. Sie besteht aus: 91,23 Kohlenst. und 8,77 Wasserst., oder aus gleichem Volum Kstdampf und VVstgas.

2) Die beim Erstarren der vorigen Materie übrig gebliebne Flüssigkeit kann nicht durch Erkalten fest werden, sie ist eine zweite, von der ersten verschiedene Substanz; ihr specifisches Gewicht ist bei 15,6° 0,86, ihr Siedepunkt 85,5°; sie wird von concentrirter Schwefelsäure stärker angegriffen, als die erstere, und besteht aus: 89,08 Kohlenst. und 10,92 Wasserst., oder aus 2 Vol. Kstdampf und 3 Vol. VVstgas.

3) Wenn man das Oel aus dem comprimierten Oelgas bis 37° erwärmt, bei sehr kalter Vorlage, so erhält man eine dritte Flüssigkeit, welche unter 0° kocht, specifisches Gewicht bei 12° 0,627, die leichteste aller bekannten Flüssigkeiten; der Dampf derselben wird von Wasser wenig, von Alkohol, den Oelen, besonders von concentrirter Schwefelsäure absorbirt. Die Zusammensetzung ist höchst merkwürdig dieselbe wie beim ölbildenden Gas, nur in einem doppelt verdichteten Zustand.

Aus dem Mitgetheilten läßt sich ableiten, daß diese 3 Substanzen, welche im nicht verdichteten Oelgas vorhanden sind, zur Leuchtkraft

*) P. A. Bd. 5. S. 303.

desselben sehr viel beitragen. Brachte man gemeines Kohlenwasserstoffgas, welches mit einer matten, blauen Flamme brennt, mit dem Oel aus comprimirtem Oelgas in Berührung, so brannte es mit einer leuchtenden Flamme; es wird daher nothwendig, um die Leuchtkraft des Leuchtgases beurtheilen zu können, den relativen Gehalt desselben an diesen ölartigen Substanzen zu bestimmen. *Faraday* schlägt dazu Schwefelsäure vor, er nahm $6\frac{1}{2}$ des Volums jener Gasarten, sperrte das Gas mit der Säure über Quecksilber, und beobachtete die Absorption. So fand er in gewöhnlichem Oelgas gegen $22\frac{1}{2}\%$, im comprimirtem Oelgas gegen $18\frac{1}{2}\%$, im Kohlengas $3,25\%$ an condensirbaren ölartigen Substanzen.]

V i e r t e s K a p i t e l .

V o m S c h w e f e l .

Schwefel, *Soufre*, *Sulphur*, *brimstone*, kommt in der Natur sehr häufig vor, in allen 3 Naturreichen, jedoch am vorzüglichsten im Mineralreich, sowohl für sich, als mit Metallen verbunden, (Kiese, Blenden).

Der Schwefel findet sich sowohl krystallisirt, in rhombischen Oktaëdern (ungleichschenkl. vierseitigen Pyramiden), als auch in krystallinischen Massen, eingesprengt, als Ueberzug; Bruch muschlig ins grob- und feinkörnige übergehend; glänzend bis starkglänzend, von Fettglanz; schwefelgelb ins Rothe und Grüne hinneigend; durchsichtig, zeigt doppelte Strahlenbrechung, auch nur an den Kanten durchscheinend; spec. Gewicht 2,0 bis 2,1. Er findet sich auf Quarzlagern im Glimmerschiefer (im Schwefelberg Ticsan bei Quito); Uebergangskalkstein; sehr häufig in ältern und neuern, zumal Steinsalz führenden, Gyps, Mergel, Thon, (die Thäler von Noto und Mazzara, an den Ufern des Salso in Sicilien, im Kirchenstaat, Oberitalien, Spanien, Krakau, Lauenstein im Hannöverschen); im Schuttland; im Trachyt (in der Auvergne, Quito). In der Nähe der Vulkane, aus den stets aufsteigenden Schwefeldämpfen krystallisirt, Solfatara am Vesuv, bei Puzzuoli im Neapolitanischen, auf den liparischen Inseln, Sicilien am Aetna, Island, Teneriffa, Guadeloupe, Java, Bourbon. Der Vulkan Puracé in Südamerika überzieht seine nächsten Umgebungen mit dicken Schwefelkrusten. — Endlich setzen auch die Schwefelquellen Schwefelschlamm ab, mitunter als einen festen Ueberzug.

Geschwefelte Metalle sind sehr häufig, unter ihnen ist geschwefeltes Eisen, Schwefelkies, das aller gewöhnlichste, welches auch auf Schwefel bearbeitet wird; unter andern kommt auch geschwefeltes

Kupfer (Kupferglanz), geschwefeltes Blei (Bleiglanz), geschwef. Zink (Blende), geschwef. Spiesglanz und Quecksilber (Zinnober), nicht selten vor.

Viele Pflanzen enthalten Schwefel, namentlich der Senf, Knoblauch, Zwiebeln; auch in verschiednen thierischen Substanzen, namentlich den Eiern, findet er sich, und bedingt beim Faulen den Gestank und das Anlaufen silberner Geschirre.

Um den Schwefel von den steinigen und erdigen Substanzen zu reinigen, unterwirft man denselben einem Schmelz- und Destillationsprozesse. Im Neapolitanischen bedient man sich zu dem Ende eines Galeerenofens mit 10 Tiegeln, welche gegen 3 Fuß hoch sind, mit Schwefelstücken gefüllt und zugedeckt werden. Am obern Ende ist eine irdne Röhre zur Seite in die Tiegel eingefügt, welche nach einer etwas tiefer liegenden, oben verschlossnen, unten offenen irdnen Vorlage führt, welche über einem Gefäße voll Wasser steht. So wie nun der Schwefel sich verflüchtigt, condensirt er sich in der Vorlage, und tropft in das Wasser, wo er erstarrt; man nennt denselben Rohschwefel, *Soufre brut*, er enthält noch gegen $\frac{1}{2}$ erdige Theile, die bei dem Aufblähen und Verdampfen mit fortgerissen wurden. Man reinigt den Rohschwefel durchs Umschmelzen in einem bedeckten gusseisernen Kessel, läßt die erdigen Theile sich ruhig absetzen, schöpft ihn ab und gießt den geklärten Schwefel in angefeuchtete hölzerne Formen.

In Frankreich bedient man sich zur Reinigung des Schwefels desselben Apparats, welcher zur Darstellung der Schwefelblumen gebräuchlich ist; er ist von *Michel*, in Marseille, erbaut worden, (siehe Tafel II. Fig. 18.)

[In einem gusseisernen Kessel *a* (Gusseisen wird vom Schwefel in der Hitze nicht angegriffen), der 14 bis 16 Centner fassen kann, und durch eine Feuerung geheizt wird, läßt man 10 bis 12 Centner Schwefel schmelzen, den man durch die mit einer eisernen Thür verschlossene Oeffnung *b* einschüttet. Die Schwefeldämpfe ziehen durch den gemauerten Kanal *c* in die angebaute, aus Mauerwerk aufgeführte gewölbte Kammer *d*, die mit einem Schornstein und Sicherheitsklappe *e* versehen ist, welche sich öffnet, wenn im Innern der Kammer etwa eine Entzündung des Schwefeldampfs erfolgen sollte, ohne die atmosphärische Luft eintreten zu lassen. Je nachdem nun die Kammer geräumig ist, oder für die Menge erzeugter Dämpfe klein, und immer fort Tag und Nacht gefeuert wird, oder blos periodisch, gewinnt man entweder flüssigen Schwefel, oder Schwefelblumen, erstern, wenn die Wände warm erhalten werden, der Raum klein und die Verdampfung stetig, letztere, wenn die Kammer geräumiger, kühl gehalten und weniger Schwefel langsam verdampft wird. Verflüchtigt man in der Stunde 2

Centner Tag und Nacht, und hat die Kammer 2000 preuss. Kubikfuß Raum, so erhält man flüssigen Schwefel, wenn dagegen in einer Kammer von 10360 Kubikfuß Inhalt eben so viel Schwefel einmal in 24 Stunden sich ansammelt, so gewinnt man Schwefelblumen. Nicht selten bringt man bei einer Kammer 2 oder 3 eiserne Kessel an, um immerfort gleichzeitig zu destilliren. Soll der flüssige und auf dem Boden der Kammer angesammelte Schwefel abgestochen und in Formen gefüllt werden, so geschieht dies also: am Boden derselben ist eine Oeffnung in der Mauer, welche mittelst einer gusseisernen Platte mit angelegtem Rohr *f* geschlossen ist; in dem Rohr steckt ein eiserner Stöpsel *g*, der durch einen langen Stiel bewegt werden kann, den eine Feder *h* niederdrückt. Soll der Schwefel abgestochen werden, so wird der Stöpsel hineingestossen, worauf erster durch die eiserne Rinne *i*, welche über glühenden Kohlen liegt, abfließt.

Die Stangenformen sind aus Kienholz etwas konisch gebohrt, mit einem hineinpassenden hölzernen Stab, mittelst welchem dann die erkaltete Schwefelstange herausgeschoben wird. Die Formen werden mit Wasser genetzt, und dann der Guss vollbracht. So gewinnt man den Stangenschwefel, *Soufre à canon*, *Roll-sulphur*. Schwefelblumen, *Fleurs de Soufre*, *Flowers of Sulphur*, *sublimed sulphur*, werden von den Wänden der Kammer abgekehrt, und einer Reinigung mittelst Wasser unterworfen, siehe unten. — Bei dem Destilliren des Schwefels bleibt ein grauschwarzer Rückstand, der noch Schwefel enthält, Schwefelschlacke, *crasse de soufre*, welcher die eisernen Kessel verschmiert, weswegen man einen eignen Schmelzkessel vor dem Verdampfungskessel anbringt, in welchem man den Hohlchwefel schmelzen und sich klären läßt, bevor man ihn in den letztern leitet.]

Der Schwefelkies, eine Verbindung von 45,5 Eisen und 54,5 Schwefel, wird am häufigsten zum Abtreiben des Schwefels benutzt, in England auch der Kupferkies; erster giebt nämlich im verschlossenen Raum erhitzt $\frac{2}{3}$ seines Schwefelgehalts in Dampfform ab, welchen man in Condensationsgefäßen auffängt und nochmals läutert. Man bedient sich hiezu entweder eines Röhrenofens, der Retorten, oder man läßt die Kiese in eignen Oefen mit absteigenden Rauchfängen und Condensatoren theilweis verbrennen, wodurch ein ziemlich beträchtlicher Theil Schwefel sich verflüchtigt, während schwefligsaures Gas gleichzeitig erzeugt wird.

Die Röhren sind aus irdner Masse, rund oder quadratisch, auch von Gufseisen, nach vorn verengt, mit horizontaler Bodenfläche; sie liegen 3 oder 4 Reihen abwechselnd übereinander, und werden am weitem Ende mit gröblich gepochten Kies ($\frac{1}{2}$ bis 1 Centner in jede Röhre) gefüllt. Am vordern offenen Ende befindet sich ein eisernes mit Wasser gefülltes Gefäß, mit bleiennem Deckel und einer kleinen Oeffnung für entweichende Gasarten. Ist der Schwefel nach 6 bis 8 Stunden

Feuerung abgetrieben, so zieht man die Schwefelabbrände (das niedere Schwefeleisen) aus den Röhren, und benutzt sie auf Eisen-, oder gemischten Vitriol; der Rohschwefel, Tropfchwefel (10 bis 13 %) liegt im Wasser und sieht grünlich- oder rüthlichgelb aus, muß geläutert werden.

[In Schweden bedient man sich eiserner Treibröhren und eiserner Vorlägen, die kühl gehalten werden. — Schwefeltreiböfen sind in Schlesien zu Rohnau, im Erzgebirge, in Böhmen zu Altsattel bei Elnbogen.]

Bei jedem Rösten von Schwefelmetallen, Kupferkies, Bleiglanz, Schwefelkies, Blende etc., gewinnt man sublimirten Schwefel, (so bei Goslar am Harz), der größte Theil des Schwefels oxydirt sich aber zu schwefliger Säure, welche theils gasförmig entweicht, theils zu Schwefelsäure sich langsam oxydirt, und mit den oxydirten Metallen sich vereinigt. Um hierbei möglichst viel Schwefel zu erhalten, hat man eigne Röstöfen mit Condensationsräumen für den sublimirten Schwefel erbaut, so in Schweden zu Fahlun und Oester-Silfberg, im sächsischen Erzgebirge. Man legt Brennmaterial ein, darauf in größern, dann allmählig kleinern Stückchen den Schwefelkies; der Ofen ist konisch nach oben verengt, hat mehrere Abzugkanäle, die entweder nach einer gemauerten Kammer führen, oder sich eine lange Strecke horizontal fortziehen. Wird nun das Brennmaterial angezündet, so fängt die unterste Schicht Schwefelkies an zu brennen, durch deren Hitze die obere Schicht die kleinere Hälfte ihres enthaltenen Schwefels abgibt, welche mit der durchs Verbrennen eines Theils Schwefel erzeugten schwefligen Säure durch die Kanäle abzieht, und sich in denselben, oder der Kammer, als Mehlpulver condensirt.

Der durch diese Prozesse gewonnene Tropfchwefel wird nun in eignen Läuteröfen geläutert, welche mit den in Italien gebrauchten Destillationsöfen die größte Aehnlichkeit besitzen. Es sind Galeerenöfen mit 8 bis 12 Läuterkrügen, aus Gulseisen gefertigten Kolben, welche etwa 1 Centner fassen; ein helmähnliches irdnes bauchiges Gefäß mit zwei gekrümmten Hälsen ist auf diese Krüge befestigt, von denen einer aus der Wand des Ofens vorsteht, und in einen irdnen Krug mit Deckel einmündet, (Vorläufer). Dieser hat über dem Boden eine Oeffnung mit Pfropfen, um den sich hierin ansammelnden flüssigen Schwefel in ein darunter befindliches offnes Geschirr laufen zu lassen. Hierbei erhält man zwischen 80 bis 87% reinen Schwefel, welchen man sodann in Stangenform gießt; der Rückstand ist Schwefelschlacke, und in den Helmen findet sich rothes und gelbes Schwefelarsenik. — Die Schwefelschlacke umgeschmolzen liefert den grauen Rosa-

schwefel. — In Schlesien bei Kupferberg wurden im Jahr 1828 460½ Centner geläuterter Schwefel, und 1½ Centner Schwefelblumen gewonnen.

[Verunreinigungen des Schwefels. Die Schwefelblumen enthalten ein wenig Schwefelsäure, welche aus der bei der Sublimation sich mit erzeugenden schwefligen Säure in Berührung mit feuchter Luft entstanden ist. Um dieselbe zu entfernen, werden sie mit Wasser abgewaschen; das Sauerwerden findet jedoch nach einiger Zeit wieder statt. Nicht selten enthält der Schwefel Arsenik, wenn er aus arsenikalischen Kiesen erhalten wurde; auch der vulkanische Schwefel führt nicht selten etwas Schwefelarsenik bei sich. Einen solchen Gehalt entdeckt man dadurch, daß der gepulverte Schwefel mit Salzsäure digerirt, und zur Trockne abgedunstet, der Rückstand mit schwachen Weingeist aufgelöst, und in die Auflösung ein blankes Zinkstäbchen getaucht wird. Es überzieht sich dann das Zink mit dünnen dunkelfarbigen Metallschuppen, Arsenik, welche auf glühenden Kohlen einen Knoblauchgeruch verbreiten. Auch durch Verpuffung des Schwefels mit 4 Theilen reinen Salpeter, Auflösen des erzeugten salzigen Rückstandes, mit Zusatz von etwas Salzsäure, kann man Arsenik entdecken, wenn man die saure Auflösung mit hydrothionsaurem Gas zerlegt, wodurch ein gelber Niederschlag entsteht, Schwefelarsenik.

Der vulkanische Schwefel enthält häufig, auch der aus den Kiesen gewonnene, Selen, wodurch er, gleich wie durch Arsenik, mehr ins pomeranzenfarbige übergeht. Löst man solchen Schwefel in kochender Aetzkalklauge auf, so scheidet sich von selbst an der Luft zuerst Selen, dann erst Schwefel ab.]

Der reine Schwefel hat eine schön hellgelbe Farbe (Schwefelgelb), krystallisirt in zwei verschiedenen Formen, in rhombischen Oktaëdern, der natürliche und der aus einer Auflösung von Schwefelalkohol krystallisirte, und in schiefen rhombischen Säulen durchs Schmelzen; erstere Krystalle sind stets gelblich, durchsichtig, von muschligem Bruch, letztere sind undurchsichtig, matt auf dem Bruch. Er ist wenig hart, leicht zerreiblich, wird durchs Reiben und Erwärmen — elektrisch, ist aber selbst ein schlechter Leiter der Elektrizität; hat sehr wenig Geschmack, und nur beim Reiben, beim Erwärmen einen schwachen Geruch; spezifisches Gewicht 1,98, (des unreinen 2,35). Er schmilzt bei 111° zu einer klaren, gelben Flüssigkeit; bei 160° wird er dickflüssig, braun, aber nach dem Erkalten wieder hellgelb; erhitzt man ihn bis 200°, so bleibt er beim Erkalten weich, durchscheinend, rothgelb, zähe, und wird erst nach einigen Tagen fest und gelb. Der geschmolzene Schwefel dehnt sich beim Erkalten aus, weshalb der starre leichter ist, als der geschmolzene und auf letzterm schwimmt. Man bedient sich wegen

jener Eigenschaft des zähen, durch schnelles Abkühlen weich gewordenen Schwefels zur Verfertigung von Abgüssen von Münzen, Cameen etc. Bei 143° Grad bildet der Schwefel in verschlossnen Gefäßen einen pomeranzenfarbnen Dampf, welcher sich zu gelben Blumen verdichtet, bei 316° kocht der Schwefel. Bringt man in den heißen Schwefeldampf gewisse Metalle, als Eisen, Kupfer, Silber so verbinden sie sich unter Feuererscheinung mit demselben. Er verbrennt an der Luft mit bläulauer Flamme, und stößt ein erstickendes Gas aus, schwefligsaures Gas. Er ist in Wasser nicht löslich, ein wenig in Alkohol und Aether, besonders in fetten Oelen, Steinöl, Aetzlauge, in Schwefelkohlenstoff, (Chlorschwefel).

Man benutzt denselben: 1) zu Schwefelfäden, Schwefelhölzern; 2) zum Schwefeln der Wolle, Seide etc.; 3) zur Fabrikation des Schießpulvers; 4) der Schwefelsäure; 5) zur Bereitung mehrerer Schwefelmetalle, als z. B. Zinnober, Schwefelkupfer zur Darstellung eines reinen Kupfervitriols; 6) in der Medicin etc.

[Schwefelbalsam, *Baume de Soufre*, eine Auflösung des Schwefels in Leinöl, eine braunschwarze, zähe, dicke Flüssigkeit, durchs Erhitzen des Oels und Zumischen von Schwefelpulver bereitet; wird zur Darstellung eines Goldüberzugs auf Töpferzeug gebraucht.

Löst man in Kalilauge Schwefelpulver auf so viel sich lösen will, filtrirt, und setzt nach einer vorläufigen Verdünnung der Lauge mit reinem Wasser sehr verdünnte Schwefelsäure hinzu, so fällt, unter Entweichen von Schwefelwasserstoffgas, ein graulich-weißer zarter Niederschlag, fein zertheilter Schwefel, welchem etwas Schwefelwasserstoff anhängt, Schwefelmilch, *Lait de Soufre*, *Soufre précipité*, *Precipitated Sulphur* genannt. Statt Kalilauge kann man auch Kalkmilch anwenden, dann muß aber Salzsäure zum Niederschlagen gebraucht werden. (Die Erklärung dieses Prozesses später bei dem Artikel: „Schwefelkalium.“) — Es ist ein feines graulich-weißes Pulver, ohne Geruch und Geschmack, verhält sich im Uebrigen ganz wie Schwefel. Ganz dasselbe ist auch der Schwefelschlamm, der sich aus den Schwefelwassern absetzt.

Um das Verbrennen der Metalle im Schwefeldampf zu zeigen, kann man entweder in einem Kölbchen Schwefel bis zum Kochen über der Lampe erhitzen, und sehr dünn ausgewalztes Kupferblech hineintauchen, oder man legt einen Pistolencyl, der mit einer kleinen Menge Schwefel gefüllt, und an beiden Enden verstopft ist, ins Feuer, so daß das Zündloch oben liegt, so wird durch dieses heißer Schwefeldampf ausströmen, in welchem obige Metalle, wie im Sauerstoffgas, verbrennen. — Eine ähnliche Feuererscheinung zeigt sich auch bei der Bereitung von Schwefeleisen aus Eisen und Schwefel, des Zinnobers, aus Quecksilber und Schwefel.]

Der Schwefel verbindet sich mit Sauerstoff in 4 verschiedenen Verhältnissen, welche Verbindungen sämmtlich zu den Säuren gehören.

[1) **Unterschweflige Säure**, *Acide hyposulfureux*, *hyposulfurous acid*, wird dadurch erhalten, daß man in wässriger schwefliger Säure Eisen oder Zink auflöst, wodurch die Säure Sauerstoff an jene Metalle abtritt, sie oxydirt, selbst aber in unterschweflige Säure übergeht, welche sich mit jenen entstandenen Oxyden verbindet. Will man aber diese Salze durch eine stärkere Säure zerlegen, und die unterschweflige Säure isoliren, so entmischt sie sich in schwefligsaures Gas und Schwefel; man kann sich daher dieselbe auch als schweflige Säure + Schwefel denken. Sie besteht aus: 66,8 Schwefel und 33,2 Sauerst., ihre Salze scheinen in Wasser leicht löslich zu sein.]

2) **Schweflige Säure**, schwefligsaures Gas, *Acide sulfureux*, *Sulphurous acid*, kommt in der Natur in vulkanischen Gegenden gebildet vor, sowohl gasförmig, *Fumaroli*, als auch an Wasser gebunden; letzteres bedingt eine rasche Oxydation durch den Sauerstoff der Luft, und es geht daher die schweflige Säure in Schwefelsäure über.

Man erhält diese Säure: a) durchs Verbrennen von Schwefel in atmosphärischer Luft oder in Sauerstoffgas; er verbrennt mit hellblauer Flamme bei 150°. Auf diesem Weg wird dieselbe häufig zum Bleichen (Schwefeln) angewendet. b) Durch eine theilweise Desoxydation der Schwefelsäure, indem man derselben durch leicht oxydirbare Materien $\frac{1}{3}$ ihres Sauerstoffgehalts entzieht. Hiezu sind anwendbar im Kleinen Kupferblech (Quecksilber), im Großen Hobelspähne, Sägespähne, Kohlenstaub. Man nimmt einen Kolben Fig. 7 Tafel I., thut kleingeschnittenes Kupferblech hinein und 4 bis 6 Theile concentrirte Schwefelsäure und erhitzt bis zum Kochen. Hiebei entsteht aus einem Theil der Schwefelsäure, durch Abgabe von Sauerstoff an das Kupfer, schwefligsaures Gas und Kupferoxyd, welches letztere sich mit dem andern Theil Schwefelsäure verbindet, und schwefels. Kupferoxyd, Kupfervitriol liefert. Das Gas muß über Quecksilber aufgefangen werden, da es vom Wasser reichlich verschluckt wird.

Im Großen nimmt man einen geräumigen Glaskolben, welcher in einem Sandbad erhitzt wird, thut Hobelspähne hinein, verschließt denselben mit einem bleiernen Pfropfen, durch welchen eine Röhre zur Entbindung des Gases und ein Welterscher Trichter hindurchgehen. Auf einen Theil Holzspähne rechnet man 3 Theile concentrirte Säure; das Gemisch darf nur zu $\frac{2}{3}$ den Ballon füllen; die Temperatur wird bis zum gelinden Kochen gesteigert. Durch das Holz, welches aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff besteht, wird die Schwefelsäure mit Hülfe der Wärme gänzlich zersetzt, es bilden sich aus einem Theil des Sauerstoffs

der Säure und dem Kohlenstoff des Holzes kohlensaures Gas, dem Wasserstoff desselben Wasser, und die Schwefelsäure, eines Dritttheils Sauerstoff beraubt, ist zu schwefligsaurem Gas umgewandelt. 100 Theile concentrirte Schwefelsäure geben 65,6 Theile schweflige Säure. Man bedient sich dieser Methode weniger um die schweflige Säure gasförmig zu benutzen, als um sie an Wasser zu binden. Zu dem Ende wendet man einen *Woulfschen* Flaschenapparat an, welcher zu $\frac{1}{3}$ mit kaltem Regen- oder Flußwasser gefüllt wird. 100 Theile conc. Schwefelsäure liefern 540 Theile starkes schwefligsaures Wasser. Auf eine gleiche Weise kann man flüssige schwefligsaure Salze darstellen. (Siehe bei den einzelnen Salzen des Natron, Kalk.) Da jedoch auch stets ein wenig Schwefelsäure mit übergeht; so ist es gut, das Gas erst in einer kleinen Flasche durch Wasser streichen zu lassen, wodurch die Schwefelsäure gebunden wird.

[3) Durch Oxydation des Schwefels auf Kosten von Braunstein. Man nimmt 4 Theile Schwefel- und 5 Theile Braunsteinpulver, mengt es und erhitzt es in irdnen (oder gläsernen) Retorten; ein Theil Schwefel verbindet sich mit dem Sauerstoff des Braunsteins (Manganüberoxyd) zu schwefliger Säure, der andere Theil mit dem Mangan zu Schwefelmangan. — Hierbei entbindet sich kein fremdes Gas, aber nur die Hälfte des Schwefels wird zu schwefligsaurem Gas verwandelt; das Nebenproduct, Schwefelmangan, ist ohne nützliche Anwendung, weshalb diese Methode nicht empfehlenswerth ist.]

Das schwefligsaure Gas ist farblos, riecht eigenthümlich, reizt die Athmungswerkzeuge, macht Husten, Beklemmung, Ersticken, schmeckt sauer, kratzend, höchst widrig, specifisches Gewicht 2,247, es wiegen daher 100 Kubikzoll 0,3561 Loth und 1 Kubikfuß 7,311 Loth, Lichtbrechungsvermögen 2,263. Es wird bei -18 bis 20° , so auch durch vermehrten Druck, tropfbar (siehe weiter unten), ist nicht brennbar. reagirt sauer und besteht aus 50,14 Schwefel und 49,86 Sauerst., oder aus gleichem Volum Sdampf und Sstgas. Es wird bei $+18^{\circ}$ vom Wasser zu $43\frac{1}{2}$, vom Alkohol zu $115\frac{3}{4}$ Volum verschluckt; das so erhaltne schwefligsaure Wasser riecht und schmeckt wie das Gas. specifisches Gewicht 1,04 bis 05, es verliert durchs Erhitzen alles Gas, welches übrigens auch durch den Zutritt der Luft sich zu Schwefelsäure oxydirt, weshalb diese Flüssigkeit in wohl verstopften Gefäßen aufbewahrt werden muß, denn je weniger schweflige Säure das Wasser enthält, desto weniger bleicht es, um so mehr, als die sich erzeugende Schwefelsäure ein Hinderniß für die bleichende Wirkung der schwefligen Säure ist. (Siehe unten.)

[Man

[Man kann einen solchen nachtheiligen Gehalt an Schwefelsäure durch Zusatz von saurem Baryt entdecken, welcher dann einen in Salpetersäure unauflöslichen Niederschlag liefert.]

Das schwefligsaure Gas sowohl, als das damit angeschwängerte Wasser bleicht, d. h. es macht gewisse Pigmente aus dem Pflanzen- und Thierreich farblos. Das Bleichen kann nämlich entweder die Folge einer gänzlichen Entmischung, Zersetzung des Farbstoffs sein, oder es hat sich das Pigment mit dem bleichenden Mittel zu einer farblosen Verbindung vereinigt, oder endlich die färbende Substanz ist von dem Bleichmittel absorbirt, und so entfernt worden. Auf die erste Art wirkt z. B. Chlor, auch zum Theil schweflige Säure; auf die zweite Weise vorzugsweise schweflige Säure, auf die dritte Art Kohle. Ist endlich die farblose Verbindung, welche die schweflige Säure mit den Farbstoffen eingeht, von keinem dauernden Bestand, so tritt das Pigment wieder hervor, die vorige Färbung kehrt zurück, wie das bei mit dieser Säure gebleichten Gegenständen häufig der Fall ist. Nicht alle Pigmente werden durch dieselbe verändert, Cochenilleabkochung wird z. B. bloß heller, mehr gelbroth gefärbt, während Fernambukabkochung unter Absatz brauner Flocken gänzlich zersetzt wird; oftmals bringt eine stärkere angewendete Säure, z. B. verdünnte Schwefelsäure, die verschwundene Farbe wieder hervor. Bleicht man nämlich eine rothe Rose mit schwefliger Säure, und taucht sie dann in verdünnte Schwefelsäure, so erhält sie zum größten Theil ihre rothe Farbe wieder.

Man bedient sich zum Bleichen sowohl der gasförmigen Säure, als auch der an Wasser gebundenen. Man hat eigne Schwefelkammern, welche aber nur an feuersichern Orten angelegt werden dürfen, in denen man die zu bleichenden Gegenstände genetzt aufhängt, und der Wirkung des durch Brennen von Schwefel erzeugten schwefligsauren Gases aussetzt. Die Anwendung der an Wasser gebundenen Säure ist mitunter vorzuziehen, weil auf diesem Weg eine mehr gleichförmige Wirkung erlangt wird, als auf jenem des Schwefels. Man bedient sich der schwefligen Säure zum Weißmachen der Seide, Wollengarne, Tuche, Casimir, Darmsaiten, Badeschwämme, Stroh- und Spahngesflechte, Knochengallert, um Flecke aus Tischzeug auszubringen.

Es ist bereits oben bemerkt worden, daß durch Kälte und vermehrten Druck das schwefligsaure Gas tropfbar flüssig wird. Es bildet eine farblose, durchsichtige Flüssigkeit, specifisches Gewicht 1,45, sie ist sehr flüchtig, kocht schon bei -10° , löst sich im Wasser bei wenigen Graden über 0° zum Theil auf, zum Theil verflüchtigt sie sich und kühlt das Wasser sehr ab, ein anderer Theil fällt unauflöst in öltartigen Tropfen zu Boden; berührt man diese mit einem Glasstab, so ge-

rüth als ins Kochen, und erkältet das Wasser bis zum Gefrieren. Diese Flüssigkeit ist so sehr flüchtig, daß sie bei $+ 10^{\circ}$ eine Kälte von $- 57^{\circ}$, im leeren Raum der Luftpumpe von $- 68^{\circ}$ erzeugt; man benutzt sie daher zur Hervorbringung ausnehmend hoher Kältegrade. Sie krystallisirt mit Wasser verbunden in der Kälte in farblosen Blättchen, welche angenehm frisch, sauer schmecken, über $+ 4^{\circ}$ zerfließen, und sich zersetzen, indem das Gas sich entbindet.

Die schweflige Säure wird durch Kohle, Wasserstoffgas in der Rothglühhitze zersetzt, durch Schwefel- und Phosphorwasserstoffgas; salpetrigsaurer Dampf oxydirt dieselbe unter Beihülfe von Wasser sehr schnell in Schwefelsäure. Als Säure gehört die schweflige Säure zu den schwächsten, sie wird bis auf Kohlen- und Blausäure von allen andern Säuren aus ihren Salzen entbunden. Die schwefligsauren Salze, *Sulfites*, sind im neutralen Zustand geruchlos, im sauren riechen sie wie das Gas; sie sind meist unauflöslich, von kratzend scharfen Geschmack, oxydiren sich schnell an der Luft zu schwefelsauren Salzen und lassen sich deshalb nicht gut aufbewahren; sie bleichen im sauren Zustand, und halten die Gährung auf, vermöge der desoxydirenden Wirkung der Säure.

[3) Unterschwefelsäure, *Acide hyposulfurique*, *Hyposulphuric acid*, kommt nicht in der Natur vor, wird durch Oxydation des schwefligsauren Gases mittelst Braunstein erhalten, man leitet nämlich dieses Gas in Wasser, welchem Braunsteinpulver beigemengt ist. Hierbei entsteht sowohl unterschwefelsaures als auch schwefelsaures Manganoxydul, welche durch Baryt zerlegt werden. Der gewonnene unterschwefelsaure Baryt wird krystallisirt, in Wasser gelöst, durch Schwefelsäure zersetzt, die Flüssigkeit filtrirt, und im Vacuo der Luftpumpe bis auf ein specifisches Gewicht von 1,347 abgedampft, denn wenn man sie noch stärker concentriren will, zersetzt sie sich in schwefligsaures Gas und Schwefelsäure.

Es ist eine farblose, sehr sauer schmeckende Flüssigkeit, läßt sich im verdünnten Zustand ohne Entmischung durchs Verdunsten bis auf jene Concentration entwässern, besteht aus: 44,59 Schwefel und 55,41 Sauerst., löst Zink unter Wasserstoffgasentwicklung auf, wird durch Sauerstoff, Chlor, Salpetersäure in der Kälte nicht verändert; giebt in Wasser auflösliche unterschwefelsaure Salze, *Hyposulfates*, welche Baryt und Barytsalze nicht fallen, krystallisiren, und in der Hitze unter Entweichen von schwefligsaurem Gas in schwefelsaure Salze übergehen.]

4) Schwefelsäure, *Acide sulfurique*, *Sulphuric acid*, die höchste Oxydationsstufe des Schwefels, kommt in der Natur gebildet vor.

[Mit Wasser verdünnt in dem Rio Vinagre*) am Vulkan Puracé in Südamerika, zu Town of Byron im Staat Genessee in Nordamerika, im See des Bergs Indienne auf Java, auch in Italien in einer Grotte des vulkanischen Gebirgs Zoccolino. in der Gegend von Siena, desgleichen bei Aix in Savoyen. Sehr häufig an Alkalien, Erden, Metalloxyde gebunden, im Glaubersalz, Gyps, Glauberit, Bittersalz, Schwerspath etc.]

Unter allen Säuren hat keine die Wichtigkeit in den Gewerben erlangt, als die Schwefelsäure, keine wird in solchen enormen Quantitäten dargestellt und verbraucht, und ist so sehr unentbehrlich, als diese!

Man unterscheidet im Handel zwei Sorten Schwefelsäure, a) Vitriolöl, *Huile de Vitriol*, *Oil of Vitriol*, rauchende, sächsische (nordhäuser) Schwefelsäure, (*Oleum der Färber*), welche vornämlich in sächsischen und böhmischen Erzgebirge, in Thüringen, u. a. a. O. aus Eisenvitriol destillirt wird, und b) eigentlich sogenannte Schwefelsäure, durchs Verbrennen von Schwefel und Salpeter erzeugt. Beide sind auch noch in chemischer Beziehung dadurch verschieden, daß die letztere concentrirte wasserhaltende Schwefelsäure ist, erstere aber noch außerdem wasserfreie Schwefelsäure enthält, welche das Rauchen an der Luft bedingt. Das Vitriolöl wurde im 15ten Jahrhundert zuerst bereitet.

Die Darstellung geschieht also: Zuerst wird der grüne Eisenvitriol, schwefelsaures Eisenoxydul mit Wasser, welchen man zu diesem Behuf stark einsiedet, damit er nicht zu viel mechanisch eingemengtes Wasser enthalte, und beim Erkalten zu einer festen Masse erkalte, Vitriolstein, calcinirt d. h. des größten Theils seines Wassers durchs Erhitzen beraubt, bis er eine schmutzig gelbe Farbe erlangt hat, Vitriolschmantz, wobei ein Gewichtsverlust von 33 bis 50% stattfindet. Dies geschieht in den im Vitriolöl-Brennofen angelegten Calcinirhöhlen, während der Vitriolöldestillation, indem durch die Ziegelwände genug Hitze aus dem Feuerraum in diese Höhlen übergeht. Die Destillationsgefäße sind feuerfeste irdne Krüge, Kolben, von denen die einen, mit einem Beschlag aus Lehm und Colcothar versehen, als Retorten, die andern als Vorlagen dienen; erstere werden in einem Galeerenofen paarweis dem freien Feuer ausgesetzt. Ein Vitriolölofen ist auf Tafel IV. Fig. 8, 9 und 10 dargestellt.

[Fig. 8 zeigt die obere Ansicht und den Grundriß in der Höhe des Feuerraums, Fig. 9 die Vorderansicht und ein Querprofil, Fig. 10

*) Dieser Fluß hat seinen Namen (Essigfluß) deshalb, weil sein Wasser sauer schmeckt. 1 Litre des Wassers enthält 16,7 Gran Schwefelsäure und 2,8 Gran Salzsäure.

die Längenansicht und ein Längenprofil des Ofens. Der Ofen ist in der Sohle 5 Fuß 9 Zoll breit und 9 F. lang; der Aschenfall *a* ist in der Mündung 1 F. 7 Z. hoch, 1 F. breit, dann verschmälert er sich etwas, und ist bei 11 Z. Tiefe nur 8 Z. breit, welche Breite er auch durch den ganzen Ofen behält, das Schürloch *b* ist 1 F. 2 Z. im Geviert, aber dieses auch nur bis 11 Z. Tiefe, dann geht es auseinander, wie die Zeichnung deutlich zeigt, bis es 1 F. 5 Z. breit ist. Die Hitze kann dadurch sich mehr verbreiten, und besser auf die darüber liegenden Kolben wirken. Die Roststäbe *c* sind 1 Z. breit. Bei 3 F. 3 Z. Höhe vom Aschenfall geht die Feuerung gerade in die Höhe, und wird durch 3 Z. starke Mauern *d*, welche von Ziegelstücken und Lehm auf eine Lage von Ziegelsteinen aufgeführt sind, eingefasst. Die Kolben *e* werden bei der Aufführung der Mauer *d* eingemauert, und zwar wird auf die Ziegelsteine etwa 1 bis 1½ Z. Lehm gestrichen, die Kolben darauf gelegt und dann mit Ziegelstücken und Lehm die Mauer noch 3 Z. hoch aufgeführt. Der erste Kolben wird gewöhnlich 1 F. von dem Schirm *f*, welcher 2 F. 1 Z. breit, 11 Z. lang und 1 F. 9 Z. hoch von Ziegelsteinen aufgeführt ist, angebracht; die Entfernung eines Kolbens vom andern beträgt 3 Z.

Auf jeder Seite des Ofens liegen 12 Kolben, mithin in dem Ofen 24 Stück, sie stoßen in der Mitte der Feuerung an einander; die Kolben ragen 4 bis 5 Z. aus der Mauer hervor, damit die Vorlagen *g* angebracht werden können. Die Grösse der Kolben ist sehr verschieden; gewöhnlich sind sie 1 F. 3 Z. lang, der Durchmesser am Hals beträgt 3 Z., eben so viel am Boden; der Hals ist 6 bis 7 Z. lang. Die Vorlagen *g* sind 1 F. 2 Z. lang, haben einen Durchmesser von 1½ Z. in der Mündung, am Boden 4 Z. im Lichten; die Thonstärke ½ Z. Auf der 11 Z. hohen Mauer *d* liegen thönerne Platten *h*, welche 1 F. 9 Z. lang, 1 F. breit, und 2 Z. stark sind, sie liegen 1 Z. von einander entfernt, werden mit Thon gut verklebt; nur an den Seiten werden die Zuglöcher *i* gelassen, um den Zug des Feuers zu befördern, welche aber, je nachdem es nöthig ist, geöffnet und verschlossen werden. Zwischen dem Schirm *f* und der ersten Platte befindet sich eine 3 Z. breite Oeffnung *k*, welche vorzüglich dient den Luftzug zu befördern. Damit aber das Feuer durch heftige Windstöße nicht durch diese Oeffnung herausgetrieben wird, ist der Schirm *f* angebracht. Der Schornstein *l* ist 1 F. 5 Z. im Lichten breit und 8 Z. tief. Die Mauerstärke beträgt 6 Zoll, die Höhe desselben von den Platten *h* ist 13 F. 6 Z.

Zum vorläufigen Trocknen des Vitriolschmants sind die 4 Calcinhöhlen *m* an den Seiten des Ofen angebracht; sie sind 2 F. tief, 2 F. 9 Z. breit und 1 F. 7 Z. im Lichten hoch. Ueber denselben ist ein 3½ Z. starke Mauer, auf welcher die Vorlagen liegen; um derselben einen bessern Halt zu geben, sind quer über eiserne Schienen angebracht. Der Vorsprung *n* dient dazu, daß der Schmant nicht so leicht aus den Höhlen fallen kann. — Brennofen der Vitriolölhütte zu Hermendorf.]

Sind die Kolben. ein jeder mit $1\frac{1}{2}$ bis 2 Pfund calcinirten Vitriol gefüllt, und eingesetzt. so wird gelindes Feuer gegeben: zuerst destillirt eine wäsrige Säure über, Vitriolspiritus, Phlegma, Esprit de Vitriol, Spirit of Vitriol, welche meistens nicht aufgefangen wird. Sobald als die weißen Nebel der wasserfreien Schwefelsäure sich zeigen, legt man die Vorlagen an, welche einen Verschlag von Regenwasser erhalten, gewöhnlich auf einen Brand 2 Loth jede, oder auf 3 Brände 6 Loth, wenn, ohne das Destillat zu entleeren, dreimal gebrannt wird, und verklebt dann die Fugen mit Kitt. Nun verstärkt man allmählig das Feuer, bis die Vorlagen, welche anfänglich sehr heiß wurden, nicht mehr so heiß werden. In 32 bis 36 Stunden ist die Operation beendet, in den letzten 6 Stunden müssen aber die Kolben weiß glühen. Darauf wird die Latirung und die Vorlagen abgenommen, die Kolben mittelst einer eisernen Kratze entleert, die zersprungenen ausgewechselt, und derselbe Proceß wieder angefangen. Man legt dieselben Vorlagen wieder vor, bis sie sich mit der dreifachen Säuremenge gefüllt haben. Man erhält ungefähr 50% vom calcinirten Vitriol an Vitriolöl. Der Rückstand ist eine rothbraune, erdige Masse, Eisenoxyd mit einem kleinen Rückstand an basisch schwefels. Eisenoxyd, fremden beigemengten Metalloxyden, welche der Vitriol enthielt; man nennt ihn Colcothar, Totenkopf, (*Caput mortuum vitrioli*), Braunroth, Rothe Farbe; (über die Benutzung desselben siehe beim Eisenoxyd.) — Während der Destillation zersetzt sich auch ein geringer Theil Schwefelsäure durch die hohe Temperatur und durch zufällig vorhandne organische Körper in Sauerstoffgas und schweflige Säure, welche letztere dem Vitriolöl beigemengt ist.

In der neuesten Zeit stellt man nicht selten Vitriolöl dadurch dar, daß man die sauren Dämpfe des destillirten Vitriols in vorgeschlagne Schwefelsäure leitet; hierdurch kann mehr oder weniger rauchende Säure unter die andere kommen. Auch durch Destillation von schwefelsaurem Eisenoxyd, aus Colcothar und Schwefelsäure bereitet, (oder von sauren schwefelsauren Natron) kann man Vitriolöl erhalten.

Das Vitriolöl sieht bräunlich-gelb, oft braun aus, von hineingefallnen organischen Körpern (Kork, Stroh, Holz etc.), ist ölartig dickflüssig, spec. Gewicht 1,86 bis 92, hat einen stechenden Geruch nach schwefliger Säure, raucht an der Luft, d. h. verbreitet dicke, weiße Dämpfe, welches daher kommt, daß die im Vitriolöl enthaltne wasserfreie Schwefelsäure sehr flüchtig ist, stets farblose, unsichtbare Dämpfe bildet, welche, wenn sie mit der feuchten atmosphärischen Luft in Berührung treten, Wasserdampf anziehen, sich mit ihm vereinigen und eine Condensation erleiden. Gutes Vitriolöl liefert an $\frac{1}{2}$ seines Gewichts wasser-

freier Säure. (Die übrigen Eigenschaften, welche es mit concentrirter Schwefelsäure gemein hat, bei dieser.) Es wird in Krügen von Steinzeug mit irdnen Schraubenstöpseln wohl verschlossen verkauft. Es wird in Schlesien auf der Hütte Morgenstern zu Ronau bei Kupferberg, zu Nordhausen, Bonn, Linz a. Rhein, in Böhmen zu Kraslitz, Lukawitz, im sächsischen Erzgebirge dargestellt.

Um aus dem rauchenden Vitriolöl die wasserfreie Schwefelsäure, das rauchende Princip, darzustellen, (es kann jedoch auch nach *Gmelin* aus der Schwefelsäure durch sehr langsam betriebne Destillation gewonnen werden) destillirt man gutes Vitriolöl vorsichtig bei stark erkälteter, trockner Vorlage; die übergehenden Nebel verschwinden bald, und es schießen viele farblose undurchsichtige Krystalle an, abestartig, zähe, bildsam (eisartiges Vitriolöl); sie sind sehr flüchtig, verdampfen und geben dicke weisse Dämpfe, schmelzen bei 18° , specifisches Gewicht bei 20° 1,97. Sie erhitzt sich mit viel Wasser in Berührung mächtig, und löst sich dann auf, verbindet sich mit wenig Wasser unter Feuererscheinung, ist dann durchscheinend.

Die wasserfreie Schwefelsäure besteht aus: 40,14 Schwefel und 59,86 Sauerst., verändert das vollkommen getrocknete Lackmuspapier nicht, wohl aber das gewöhnliche, Feuchtigkeit enthaltende; sie wirkt auf Metalle nicht ein, aber wohl die wasserhaltende; mit ätzendem Kalk und Baryt in Berührung gebracht tritt eine Feuererscheinung ein, indem sie sich mit ihnen verbindet. Mit Schwefel verbindet sie sich in mehreren Verhältnissen*); Phosphor entzündet sich, wenn er mit wasserfreier Säure zusammen kommt, oxydirt sich auf Kosten derselben und Schwefel scheidet sich ab.

Die Kunst, durchs Verbrennen von Schwefel mit Salpeter Schwefelsäure darzustellen, soll schon 1697 in England erfunden worden sein (?); *Lefevre* und *Lemery* erwähnen eine solche Darstellungsweise zu Anfang des vorigen Jahrhunderts. Man bediente sich anfangs gläserner Apparate, um in denselben die Verbrennung vorzunehmen, grösser mit einer weiten Oeffnung versehener Ballons. Später wurden statt dieser Bleikisten, Bleikammern, *chambers de plomb*, *chambers of lead*, eingerichtet. *Roebuck* errichtete 1746 die erste Bleikammer zu Birmingham; 1774 wurde die erste in Frankreich ausgeführt.

Zur Erzeugung der wasserhaltenden Schwefelsäure sind 3 verschiedene Substanzen nöthig, nämlich 1) schwefligsaures Gas, 2) salpetrigsaurer Dampf, 3) Wasser. Man hat verschiedentlich die beiden ersten dargestellt, indem man a) Schwefel gemengt mit Salpeter anzündete und ver-

*) S. I. Bd. 4. S. 124. Bd. 13. S. 486 S. u. I. Bd. 20. S. 1.

braunte, b) Schwefel allein verbrannte und salpetrigsaures Gas mittelst Salpetersäure und Melasse, Stärkemehl u. a. m. erzeugte. c) daß man Schwefel verbrannte und Dämpfe von (rauchender) Salpetersäure hinzuleitete.

Zur Bildung der Säure dienen großer, aus Bleiplatten zusammengefügte, parallelepipedische Kästen, indem man die Platten theils mit Weichloth, theils mit reinem Zinn verlöthet. Die Größe solcher Kästen ist verschieden; man hat sie zu 5, 10, 20, 50, ja 100,000 Kubikfuß Inhalt; ein solcher von 120 Fuß Länge, 40 F. Breite, 20 F. Höhe ist in Lancashire errichtet. Die gewöhnlichern mittlern Dimensionen sind 50 F. Länge, 25 bis 27 F. Breite, 15 F. Höhe, oder auch 100 F. Länge, 22 bis 25 F. Breite, 12 bis 20 F. Höhe, von dem höchsten Punkt der gewölbten Decke gerechnet. Diese Kammern sind in einem Balkengerüst über aufgemauerten Pfeilern aufgestellt, siehe Tafel IV. Fig. 3 und 4, so daß man von allen Seiten ganz bequem zu derselben gelangen kann, um nöthigen Falls Reparaturen daran vornehmen zu können. Der Boden wird etwas gegen die wagerechte Linie geneigt, um die gebildete Säure am niedrigeren Ende ablassen zu können. Man bedient sich des Bleis, weil es von verdünnter Säure selbst in der Wärme kaum aufgelöst wird.

Will man nun nach a) durchs Verbrennen des mit Salpeter gemischten Schwefels die Säure erzeugen, so geschieht es entweder α) nach alter Weise in gänzlich verschlossnen Kammern, *à raison clos*, *à combustion intermittente*, oder β) in Kammern mit Lüftung, wo das Verbrennen stetig unterhalten wird, *à courant d'air*, *à combustion continue*.

α) Man brachte in die Kammern auf einem Wagen eiserne mit Schwefel und Salpeter gefüllte flache Schalen, *patères*, zündete die Masse an, verschloß die Thür. Glaubte man, daß das über dem Boden der Kammer einige Zoll hoch stehende Wasser die gebildete Säure verschluckt habe, so wurde die Thür geöffnet, der Wagen herausgezogen, frische Luft hineingelassen, und der Prozeß von neuem begonnen. Man erhielt auf solche Weise von 100 Theilen Schwefel 150 bis 200 Theile concentrirte Schwefelsäure. Später bediente man sich statt der Wagen etc. eigner unter dem Boden der Kammer angebrachter Herde, d in Fig. 3 und 4; man verbrannte auf eisernen Platten *e*, welche durch eine eigne Feuerung geheizt wurden, das Gemeng. Daß bei solchen verschlossnen Apparaten Sicherheitsventile *c* angebracht werden müssen, welche man öffnen kann, sobald als die Condensation der Gase im Innern vor sich geht, wodurch ein luftverdünnter Raum sich bildet, versteht sich von selbst, denn sonst würde der ganze Kasten von der At-

mosphäre zusammengedrückt werden. Nach der Capacität des Bleikasten und seinem davon abhängenden Gehalt an atmosphärischer Luft kann nur ein bestimmtes Gewicht des Gemengs mit Vortheil verbrannt werden, denn sobald der Sauerstoff der Luft verzehrt ist, hört die Bildung der Säure auf. *Parkes* rechnet auf 300 Kubikfuß Luft 1 Pfund des Gemengs. Verbrennt man mehr, so geht die schweflige und salpetrige Säure beim Oeffnen der Kammer und Hinzulassen frischer Luft verloren. Letzteres wird durch eine in einer Seitenwand angebrachte Thür und die Sicherheitsklappe *c* bewerkstelligt; es entweicht das Stickstoffgas der Luft, auch etwas salpetrigsaurer Dampf. — In englischen Fabriken verbrennt man den Schwefel in einem und calcinirt den Salpeter in einem andern Ofen.

2) Was die Einrichtung eines Apparats mit fortwährendem Verbrennen bei stetem Luftwechsel betrifft, welcher 1774 in Frankreich angewendet und durch *Chaptal* vervollkommenet wurde, so ist sie folgendermaßen. Neben oder unter der Kammer befindet sich ein Ofen *d*, zur Heizung der eisernen Platte *e*, auf welcher ein Gemeng von 100 Theilen Schwefel und 10 bis 12 Theilen Salpeter abgebrannt wird. Die durchs Verbrennen erzeugten Gasarten treten durch einen kurzen Kanal *f* in die Kammer, an deren entgegengesetztem Ende sich ein (hölzerner) bleierner Schornstein *g* befindet, durch welchen das Stickstoffgas der zersetzten atmosphärischen Luft, gemengt mit einer gewissen Portion saurer Dämpfe, entweicht. Der Boden des Bleikastens muß stets einige Zoll hoch mit schwacher Säure von 10 bis 12° B. bedeckt sein; bloßes Wasser kann hiezu nicht angewendet werden. Dadurch erhielt man, obschon noch manche Mängel obwalten, von 100 Theilen Schwefel 250 bis 260 Theile concentrirte Schwefelsäure.

Als eine große Unvollkommenheit des Apparats mit stetem Verbrennen ist theils der Verlust an nicht condensirten sauren Dämpfen, welche durch den Schornstein entweichen, und die häufige Verflüchtigung von unverbrannten Schwefel zu betrachten. Dem letztern wird durch zweckmäßiges Regieren des Feuers, erstem durch die Anwendung mehrerer mit einander verbundner Kaminen von geringerer Capacität entgegengewirkt. Dieselben werden, 3 auch 4 an der Zahl, eine jede etwas höher als die andere gestellt, so daß die nicht condensirten Gase aus der untersten in die zweite, aus dieser in die dritte ziehen, und man auch aus den höher liegenden die schwächere Säure in die untern umfüllen kann. Die letzte Kammer hat ein schräg aufsteigendes weites Rohr, welches den Luftzug bedingt, in welches stetig ein Strom Wasserdampf geleitet wird, um die völlige Condensation des schweflig-

sauren Gases zu vermitteln, so daß nur Stickstoff- und salpetrigsaures Gas entweicht; *Poyen und Cartier**).

Erklärung des Prozesses. Durchs Verbrennen des Schwefels im Gemeng mit Salpeter erzeugen sich schwefligsaures und Stickstoffoxydgas, welche in die Kammer durch den bleiernen Kanal *f* strömen, saures schwefelsaures Kali bleibt auf der Platte zurück, welches zur Alaunfabrikation benutzt werden kann. So wie jene Gasarten in den mit atmosphärischer Luft und Wasserdampf gefüllten Raum eintreten, findet nach *Clément, Desormes und Gay-Lussac**) folgende Wechselwirkung statt: das Stickstoffoxydgas nimmt aus der Luft Sauerstoffgas auf, wird zu salpetrigsaurem Dampf, welcher, der schwefligen Säure Sauerstoff abtretend, wodurch diese zu Schwefelsäure umgewandelt wird, in Stickstoffoxydgas übergeht, sich aber wieder durch die Luft oxydirt, eine neue Portion schwefligsaures Gas oxydirt etc. Dieser Oxydations- und Deoxydationsprozeß dauert gegenseitig so lange fort, als noch Sauerstoffgas vorhanden ist; sobald dasselbe in verschlossnen Kammern erschöpft ist, hört die Erzeugung der Schwefelsäure auf. Wäre kein Wasserdampf vorhanden, so würden jene Gase nicht auf einander wirken, d. h. es würde sich wohl salpetrigsaurer Dampf erzeugen, aber dieser würde das schwefligsaure Gas nicht oxydiren; auch ist Wasser ferner nöthig, um die entstandne Schwefelsäure zu condensiren, welche in Tropfen auf den Boden der Kammer niederfällt. Man pflegte deshalb in früherer Zeit durch eine Druckpumpe Wasser in die Kammer zu spritzen; später bediente man sich hierzu des Wasserdampfs, den man von einem Dampfkessel *g.* zur Seite oder unter der Kammer, durch das Rohr *h* in dieselbe kräftig einströmen liefs, welches deshalb vorzuziehen ist, weil besonders im Winter, eine Erwärmung des Apparats durchaus nothwendig wird. Auch wird dadurch eine Verunreinigung durch schwefelsauren Kalk vermieden.

[Will man diesen wichtigen Prozeß im Kleinen anstellen, so bediene man sich folgenden Apparats, welcher Taf. I. Fig. 30. abgebildet ist. Man leite in einen Glasballon durch dessen weiten Hals, der mit einem Bleipfropfen verschlossen ist, mittelst 3 gebogner Glasröhren 1) schwefligsaures Gas, aus Schwefelsäure und Kupferspähnen entwickelt, 2) Stickstoffoxydgas, aus Salpetersäure und Kupferspähnen entbunden, (von diesem letztern verhältnismäfsig weniger, als von erstern), 3) Wasserdampf, (wenn man nicht etwa eine Portion Wasser in den Ballon gethan hat), gegen das Ende des Prozesses in einem mäfsigen Strom. Durch

*) *Annales de l'industr. franc.* T. I. p. 349. **) *G. A. Ed.* 58. S. 67.

die zweite Oeffnung des Ballons an der Seite läßt man von Zeit zu Zeit Luft ein, indem durch eine offene Röhre im Pfropfen des Halses die zersetzte Luft entweichen kann. Während des Processes setzen sich weiße Krystalle an die Wände des Ballons ab, gerade als wenn Fensterscheiben im Winter blumig mit Eiskrystallen sich bedecken; dieses ist ein Zeichen eines Mangels an Wasserdampf, denn so wie dieser hinzutritt, verschwinden die Krystalle, die Schwefelsäure löst sich im Wasser auf, und eine Menge rother Dämpfe, salpetrige Säure, entbindet sich unter Aufbrausen. Diese Krystalle bestehen nämlich aus einer Verbindung von Schwefelsäure und salpetriger Säure, welche sich in Ermangelung einer hinlänglichen Menge Wasserdampf vereinen. Daher ist auch aus diesem Grund eine gehörige Wassermenge nöthig, um die Verbindung der salpetrigen Säure zu hindern, damit diese neue Portionen schwefliger Säure in Schwefelsäure umwandeln könne. Dadurch ist es nämlich möglich, mit verhältnißmäßig wenig Salpeter vielen Schwefel zu oxydiren, weil die salpetrige Säure, nachdem sie an die schweflige Säure Sauerstoff abgegeben hat, immer wieder sich erzeugt und von Neuem wirkt.]

Wenn die gebildete Säure am Boden der Kammer sich so weit verstärkt hat, daß sie ein specifisches Gewicht von 1,38, 40° B., besitzt, so wird sie aus der Kammer abgelassen, und in bleiernen viereckigen Pfannen weiter concentrirt. Es ist nicht vortheilhaft, die Säure in der Kammer stärker werden zu lassen, sie absorbirt alsdann zu viel salpetrigsauren Dampf, welcher zu Salpetersäure wird, und sich durchs Concentriren nicht abscheiden läßt. Das Ablassen geschieht an dem Ende der Kammer, wo der Boden am niedrigsten liegt; hier ist ein bleiernes Bassin angebracht, welches mit der Kammer durch eine Oeffnung in der Seitenwand in Zusammenhang steht, so daß in demselben die Säure eben so hoch steht, als in der Kammer selbst. Man wendet einen Platinheber, oder einen aus gebranntem irdnen Gut an, von verschiedner Construction, nach *Hempel, Payen*.

Die schwache Säure enthält viel Wasser, schwefligsaures und salpetrigsaures Gas, etwas schwefelsaures Kali und Eisenoxydul, welche aus dem Salpeter erzeugt wurden, auch schwefels. Kalk, wenn das gebrauchte Wasser Kalksalze enthielt. Durch Abdampfen in den bleiernen Pfannen wird ein Theil des Wassers, die schweflige und zum größten Theil die salpetrige Säure entfernt, wobei sich das Eisensalz als wasserleeres schwefels. Eisenoxyd, als ein weißes Pulver, niederschlägt. Man kann aber die Säure in offenen bleiernen Pfannen nur zu einem specifischen Gewicht von 55° B., oder 1,62, nach andern zu 60° B., oder 1,70 concentriren, weil bei einer höhern Wärme das Blei weich werden, und auch sehr viel Säure unnütz verloren gehen würde.

Die weitere Concentration wird daher entweder in gläsernen Retorten, die zu 40 und mehr in einem Galeerenofen mit Sandbad liegen, vorgenommen, oder in Destillirblasen aus Platin, deren Löthungen mit Gold gefertigt sind. Das Helmrohr von Platin steht mit einer bleiernen Schlange in Verbindung, durch welche die schwache Schwefelsäure sammt etwas Salpetersäure überdestillirt, während die concentrirte Schwefelsäure von 1,845, 66° B., in der Blase bleibt. Ist die höchste Concentration erreicht, so wird die kochende Säure aus der Blase durch einen eigens construirten Platinheber, welcher auf Tafel IV. in Fig. 5, 6, 7 dargestellt ist, abgezapft und abgekühlt in die zur Aufbewahrung bestimmten Gefäße geleitet.

[Die Platindestillirblasen sind von verschiedner GröÙe, nach dem Umfang der Fabrik, von 500, 1000, 2000 Pfund Inhalt, erfordern ein großes Anlagekapital von 10, 12, 15,000 Thalern. — Der Platinheber von Bréant ist also construiert. In dem Kessel der Blase a Fig. 5 befindet sich der kurze Schenkel, welcher sich über dem obern Boden der Blase umkrümmt und dort mit 2 angelötheten Trichtern c, c' versehen ist, die mittelst Stöpseln aus Platin luftdicht verschlossen werden können, siehe auch Fig. 7. Bei d zertheilt sich das Platinrohr in 4 dünne Röhren e, e, etc., die, wie Fig. 6 zeigt, in einer Ebne liegen, und durch Draht zusammengehalten werden; sie vereinigen sich unten bei f wieder in ein Rohr, welches bei g mit einem Hahn versehen ist. Von d bis f ist der lange Schenkel des Platinhebers mit einem weiten kupfernen Cylinder umschlossen, welcher durch die Röhre i mit kaltem Wasser gefüllt werden kann; dies fließt durch das am obern Ende angesetzte Rohr k heiß ab, in entgegengesetzter Richtung mit der heißen Schwefelsäure. Wie wird aber der Heber gefüllt? Man verschließt den Hahn g, füllt dann den langen Schenkel durch den Trichter c mit concentr. Schwefelsäure, ist er voll, so schließt man den Trichter, und füllt noch so viel durch c' hinzu, bis sie durch den kurzen Schenkel in die Blase abläuft. Darauf wird schnell der Trichter geschlossen, der Hahn g geöffnet, und es muß nun die heiÙe Säure, indem vorher der Helm abgenommen, oder eine Oeffnung im Helm geöffnet worden ist, um der atmosphärischen Luft Zutritt zu gestatten, abfließen, und durch den die dünnen Röhren des Heberschenkels umgebenden Wasserstrom abgekühlt durch g in die GefäÙe einlaufen. Ist die Blase entleert, so wird sie mit heißer Säure aus den Abdampfpfannen gefüllt, und in stetem Gang erhalten; jedes kleine Loch, was die Blase mit der Zeit erhalten sollte, wird mit einem Dukaten verlöthet.]

Man füllt die concentrirte Säure in große Glasballons, zu 100 und 300 Pfund Inhalt, welche in Weidenkörbe mit Stroh eingefüttert wer-

den, oder in große irdne Krüge mit Schraubenstöpseln, *Dames-Jennacs*; die Stöpsel müssen mit Harzkitt verstrichen werden.

[In Frankreich hat man auch eine andere Methode der Schwefelsäurefabrikation (b) angewendet, sie unterscheidet sich dadurch von der ersten, daß kein Salpeter verbraucht, sondern statt dessen salpetrig-saurer Dampf dadurch gebildet wird, daß man Salpetersäure durch Pflanzenstoffe zu salpetriger Säure desoxydirt. Hierzu verwendete man Melasse (die bei der Darstellung des Rohzuckers abfallende nicht mehr krystallisirende Flüssigkeit), oder auch Stärkemehl, wobei sich als Nebenproduct Sauerkleesäure erzeugt. Dieser Prozeß wird in einem Glasballon vorgenommen, welcher zur Seite des Verbrennungsherdess in einem Sandbad steht. Die Verbrennungsplatte ist sanft nach Innen gebogen und ringsum von einem vertikalen bleiernen Kanal umschlossen, welcher das durchs Verbrennen erzeugte schwefligsaure Gas nach der Kammer führt; in demselben ist eine Thür zum Eintragen des Schwefels, und eine Oeffnung um Luft zuzulassen. Die Wände des Kanals stehen über den Boden der Kammer fast 1 Fuß hoch vor; in denselben mündet auch die Röhre ein, welche die salpetrigsauren Dämpfe zuführt. In einer Kammer von 20,000 Kubikfuß Inhalt werden auf einmal 50 Kilogramme Schwefel verbrannt, und aus 4,30 Kilogr. Salpetersäure und 0,50 Kilogr. Melasse salpetrigsaure Dämpfe erzeugt. Nach 2 Stunden läßt man siedenden Wasserdampf mitten in die Kammer schnell einströmen, wodurch die Condensation kräftig bewerkstelligt wird; man rechnet 50 Kilogr. Wasser auf obige Mengenverhältnisse. Darauf wird nach vollendetem Prozeß gelüftet, die Sicherheitsklappe in dem Schornstein, die Thür im Kanal geöffnet, von Neuem verbrannt etc., so daß binnen 24 Stunden 4mal dieselbe Procedur wiederholt werden kann, besser ist es aber nur zweimal. — Nach dieser Methode soll man aus 100 Theilen Schwefel 300 Theile concentrirteste Schwefelsäure erhalten (?)

Payen hat später, zur bessern Mengung des schweflig- und salpetrigsauren Gases, letzteres in einem Platingefäß entbunden, welches auf einem eisernen Dreifuß mitten in den brennenden Schwefel gestellt wurde. Ein Umstand macht aber dies Verfahren überhaupt nicht gut anwendbar; der Preis der Sauerkleesäure ist nämlich so niedrig, daß dadurch die Kosten der Anwendung von Salpetersäure nicht gehörig gedeckt werden, zumal da ein Theil derselben, welcher sich in Stickstoffgas zersetzt, rein verloren geht.

Nach der Methode c) verbrennt man Schwefel für sich und entwickelt Dämpfe von salpetriger Salpetersäure, sei es nun durchs Erhitzen von Salpeter und Schwefelsäure, oder daß man rauchende Salpetersäure in Schalen vertheilt in die Bleikammer bringt. Durch die letztere wird die schweflige Säure zu Schwefelsäure oxydirt, es bildet sich jene oben beschriebene krystallinische Verbindung, welche durch später

eingelassene Wasserdämpfe sich in wasserhaltende Schwefelsäure und salpetrigsaures Gas scheidet.]

Die nach diesen Methoden gewonnene Schwefelsäure ist nicht rein, sie enthält $\frac{1}{2}$ ja wohl $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ fremde aufgelöste Salze, welche bereits früher (Seite 170) angegeben worden sind, wodurch ihr specifisches Gewicht bis auf 1,90 steigen kann; man entdeckt diesen Beisatz durchs Verdampfen der Säure in einem Platinschälchen, und Wiegen des Rückstandes; sie enthält meistens ein wenig Salpetersäure, welche, wenn es nicht eine ganz unbedeutende Quantität ist, nachtheilig wirkt. So wird z. B. Indigo, der sonst eine dunkelblaue Auflösung in der Schwefelsäure giebt, ins Grüne sich hinneigen, weil durch die Salpetersäure ein Theil Indigo zersetzt und gelb wird, und mit blau grün erzeugt. (Deshalb kann man die Säure mit Indigoauflösung probiren.)

[Eisenoxyd entdeckt man, wenn der Rückstand in reiner Salpetersäure aufgelöst, mit Ammoniak einen braunen Niederschlag giebt; einen Gehalt an Kalk durch sauerklee-saures Ammoniak; einen Kaligehalt, wenn man den Rückstand glüht, davon etwas auflöst und mit concentrirter Auflösung von Weinsteinsäure vermischt, wodurch ein krystallinisch-körniger Niederschlag entsteht; einen Gehalt an Arseniksäure entdeckt man dadurch, daß durch verdünnte Schwefelsäure Schwefelwasserstoffgas geleitet wird. Neuerdings hat man auf einen Gehalt an Salzsäure aufmerksam gemacht, aus dem Kochsalz des angewendeten Salpeters und Wassers herrührend; eine solche Schwefelsäure entbindet mit Braunstein behandelt Chlorgas.]

Auch das Vitriolöl ist nie rein, es enthält schwefelsaures Eisenoxyd, schwefels. Kalk, nicht selten auch Selen, kohlige Theile, wodurch es geschwärzt wird, auch wohl Salpetersäure, wenn man zur Erzeugung desselben englische Säure anwendete, was nicht selten geschieht. Will man daher chemisch reine Schwefelsäure haben, so muß die käufliche durch Destillation gereinigt werden, welches, wegen des stoßweisen Aufkochens der Säure, (durch die sich abscheidenden Salztheile veranlaßt) wodurch die Retorte leicht zerbrochen, oder der Hals abgesprengt wird, gefährlich ist. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, wählt man weite, große Retorten und Vorlagen, und thut etwas zerstoßnes Glas in die erstern.

Die reinste concentrirteste Schwefelsäure ist eine farblose, wasserhelle, öartige Flüssigkeit, ohne allen Geruch, specifisches Gewicht 1,845 bei $15,5^{\circ}$ Ure, schmeckt mit Wasser verdünnt, (denn unverdünnt ist sie ein arges Gift, zerstört, verkohlt die thierischen so wie die vegetabilischen Substanzen) sehr sauer, kocht bei 326° , und bildet einen dicken weißen Rauch durch Condensation des unsichtbaren Wasserdampfs an

100 Th. Säure von 1,8494 verdünnt mit Wasser	Spec. Ge- wicht des Gemisches	Säure- procente	100 Th. Säure von 1,8494 verdünnt mit Wasser	Spec. Ge- wicht des Gemisches	Säure- procente
83	1,4306	54,614	340	1,1582	22,727
84	1,4276	54,347	350	1,1552	22,222
85	1,4257	54,054	360	1,1523	21,739
86	1,4218	53,763	370	1,1494	21,276
87	1,4189	53,475	380	1,1464	20,833
88	1,4160	53,191	390	1,1426	20,408
89	1,4130	52,910	400	1,1398	20,000
90	1,4101	52,631	420	1,1328	19,290
91	1,4072	52,356	440	1,1279	18,518
92	1,4042	52,083	460	1,1240	17,857
93	1,4013	51,813	480	1,1181	17,241
94	1,3984	51,546	500	1,1132	16,666
95	1,3955	51,282	550	1,1054	15,384
96	1,3926	51,020	600	1,0966	14,285
97	1,3906	50,761	650	1,0898	13,333
98	1,3886	50,505	700	1,0839	12,500
99	1,3867	50,256	750	1,0781	11,764
100	1,3848	50,000	800	1,0732	11,111
105	1,3730	48,780	850	1,0693	10,526
110	1,3632	47,619	900	1,0664	10,000
115	1,3535	46,511	950	1,0625	9,523
120	1,3437	45,454	1000	1,0602	9,090
125	1,3359	44,444	1100	1,0546	8,333
130	1,3281	43,478	1200	1,0507	7,692
135	1,3203	42,553	1300	1,0488	7,142
140	1,3125	41,666	1400	1,0458	6,666
145	1,3056	40,816	1500	1,0429	6,250
150	1,2988	40,000	1600	1,0390	5,882
155	1,2919	39,215	1700	1,0370	5,555
160	1,2851	38,461	1800	1,0351	5,263
165	1,2783	37,735	1900	1,0337	5,000
170	1,2724	37,037	2000	1,0322	4,761
175	1,2676	36,363	2250	1,0283	4,255
180	1,2627	35,714	2500	1,0254	3,846
185	1,2568	35,087	2750	1,0234	3,508
190	1,2520	34,482	3000	1,0214	3,225
195	1,2470	33,898	3500	1,0185	2,777
200	1,2421	33,333	4000	1,0166	2,439
210	1,2343	32,258	4500	1,0146	2,173
220	1,2265	31,250	5000	1,0127	1,960
230	1,2187	30,303	5500	1,0117	1,785
240	1,2129	29,411	6000	1,0107	1,639
250	1,2060	28,571	6500	1,0102	1,515
260	1,1992	27,777	7000	1,0096	1,408
270	1,1933	27,027	7500	1,0093	1,315
280	1,1875	26,315	8000	1,0088	1,234
290	1,1825	25,641	8500	1,0083	1,162
300	1,1776	25,000	9000	1,0078	1,100
310	1,1728	24,390	9500	1,0073	1,041
320	1,1679	23,809	10000	1,0068	0,990
330	1,1630	23,255			

2. T a b e l l e

specifischen Gewichte und Säureprocente der verdünnten Schwefelsäure nach Ure, Temperatur 25,5°.

(Dictionary of Chemistry pag. 104.)

trockne Säure	flüssige Säure	specif. Gewicht	trockne Säure	flüssige Säure	specif. Gewicht	trockne Säure
81,54	66	1,5503	53,82	32	1,2334	26,00
80,79	65	1,5390	53,04	31	1,2260	25,28
79,90	64	1,5280	52,18	30	1,2184	24,46
79,00	63	1,5170	51,37	29	1,2108	23,63
78,28	62	1,5066	50,55	28	1,2032	22,83
77,46	61	1,4960	49,74	27	1,1956	22,01
76,65	60	1,4860	48,93	26	1,1876	21,20
75,83	59	1,4760	48,11	25	1,1792	20,38
75,02	58	1,4660	47,29	24	1,1706	19,57
74,20	57	1,4560	46,48	23	1,1626	18,75
73,39	56	1,4460	45,66	22	1,1549	17,94
72,57	55	1,4360	44,85	21	1,1469	17,12
71,75	54	1,4265	44,03	20	1,1410	16,31
70,94	53	1,4170	43,23	19	1,1330	15,49
70,12	52	1,4073	42,40	18	1,1246	14,68
69,31	51	1,3977	41,58	17	1,1165	13,86
68,49	50	1,3884	40,77	16	1,1090	13,05
67,68	49	1,3788	39,95	15	1,1019	12,23
66,86	48	1,3697	39,14	14	1,0953	11,41
66,05	47	1,3612	38,32	13	1,0887	10,60
65,23	46	1,3530	37,51	12	1,0820	9,78
64,42	45	1,3440	36,69	11	1,0743	8,97
63,60	44	1,3345	35,88	10	1,0669	8,15
62,78	43	1,3255	35,06	9	1,0614	7,34
61,97	42	1,3165	34,25	8	1,0544	6,52
61,15	41	1,3090	33,43	7	1,0477	5,71
60,34	40	1,2999	32,61	6	1,0405	4,89
59,52	39	1,2913	31,80	5	1,0337	4,08
58,71	38	1,2826	30,98	4	1,0268	3,26
57,89	37	1,2740	30,17	3	1,0198	2,446
57,08	36	1,2654	29,35	2	1,0140	1,63
56,26	35	1,2572	28,54	1	1,0074	0,8154
55,45	34	1,2490	27,72			
54,63	33	1,2409	26,91			

säure löst Schwefel, Selen, Jod, Tellur ohne Verände-
Oxydation auf; sie wird durch Glühhitze zersetzt, wie
beim Vitriolöl erwähnt worden ist, in schwefligsaures
erstickgas, durch Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor, mehrere
er Wärme zu schwefliger Säure desoxydirt, indem sich

jene oxydiren; (siehe bei der schwefligen Säure). Bei der gewöhnlichen Lufttemperatur wirkt die concentrirte Schwefelsäure nur auf wenige Metalle oxydirend und auflösend, dagegen erfolgt die Zersetzung bei Anwendung von Wärme leicht; Platin, und die dasselbe begleitenden Metalle, Gold, Chrom, Cerer, Titan, Wolfram, Tantal werden nicht aufgelöst. Merkwürdig ist, daß in gußeisernen Kesseln Silber von Gold durch kochende concentrirte Schwefelsäure geschieden werden kann, ohne daß der Kessel dabei zerstört wird. Die concentrirte Schwefelsäure entmischt sowohl ohne Mitwirkung, als ganz besonders unter Mitwirkung der Wärme, die mehresten organischen Körper, entzieht ihnen Sauer- und Wasserstoff im Verhältniß der Wasserbildung, wodurch der Kohlenstoff vorwaltend wird, und die Säure sich schwärzt; sie löst Indigo ohne Zerstörung in der Kälte auf, und hiezu taugt ganz vornämlich das Vitriolöl wegen seines Gehalts an wasserfreier Säure, es kann auch eine von Salpetersäure freie englische Säure, wenn sie sehr concentrirt ist, angewendet werden, jedoch in etwas größerer Menge.

Die Schwefelsäure wird in sehr vielen Fällen, die hier nicht alle aufgezählt werden können, gebraucht; z. B. zur Darstellung der Salz-, Salpeter-, Essig-, Sauerklee-, Weinstein-, Citronensäure etc., zur Fabrication des Glaubersalzes, der schwefelsauren Thonerde, des Alauns, des reinen Kupfer-, Zink-, Eisenvitriols, des Chlors, Schwefeläthers, zum Bleichen der Leinwand, Kattunc, Lumpen (Sauerbad), in der Färberei, Kattundruckerei, zur Bereitung des Stärkezuckers, zum Härten des Talgs, zum Beitzen der Metalle, um die Gufskrusten abzulösen etc. — Der jährliche Verbrauch der Schwefelsäure in England beläuft sich auf 3000 Tonnen!!

Die Schwefelsäure giebt mit Basen schwefelsaure Salze, *Sulfates*, welche, wie die Säure, die Barytsalze niederschlagen, der weiße Niederschlag, schwefels. Baryt, ist in Salpetersäure unauflöslich; die neutralen Salze sind bald, wie die sauren, in Wasser löslich, bald wie die basischen, unauflöslich. Schwefelsaure Metallsalze nannte man sonst Vitriole. Die Schwefelsäure wird auf trockenem Weg durch die Phosphor-, noch mehr von der Boraxsäure aus ihren Salzen ausgetrieben, weil diese, namentlich die Boraxsäure, feuerbeständig sind; auf nassem Weg ist es gerade umgekehrt. In der Hitze entweicht Schwefelsäure aus einigen Salzen, worauf z. B. die Gewinnung des Vitriolöls aus Eisenvitriol sich gründet. Die schwefelsauren Salze werden durch Wasserstoff, Kohlenstoff in der Hitze reducirt, wodurch Schwefelmetalle erzeugt werden.

[Ueber Schwefelsäure siehe das D. t. Artikel „*Acide sulphurique*;" P. ch. E. Vol. I. p. 465.]

Der Schwefel verbindet sich auch mit Wasserstoff und zwar in zwei verschiedenen Verhältnissen, theils zu einem Gas, theils zu einer tropfbaren Flüssigkeit.

1) Schwefelwasserstoffgas. Hydrothionsäure, Gas *Hydrogène sulfuré*, Gas *hydrosulfurique*, (*Aride h.*), *Sulphuretted Hydrogen Gas* (*hydrothionic acid*, hepatische Luft, (Schwefelleberluft), wurde von Scheele 1772 entdeckt; es kommt in der Natur an Wasser und Alkalien gebunden vor in den Schwefelquellen (*Eaux minérales sulfureuses*, *Sulphureous waters*), z. B. zu Aachen, Baden bei Wien, Nenndorf, Warmbrunn, Barèges und Plombières in Frankreich; es erzeugt sich bei der Fäulnis thierischer Stoffe, der Excremente in den Kloaken.

Man entwickelt dieses Gas am besten aus Schwefeleisen und verdünnter Schwefelsäure; das hierzu brauchbarste Schwefeleisen gewinnt man nach Galus Methode, wenn man auf weiß glühendes Eisen Schwefel wirft. (Siehe beim „Eisen.“) Es wird gepulvert in eine Entbindungsflasche geschüttet (Tafel I. Fig. 15), und durch den Trichter mit 2 bis 3 Theilen Wasser verdünnte Säure nachgegossen. Durch die Einwirkung des Schwefeleisens auf das Wasser unter Vermittlung der Schwefelsäure erfolgt eine gegenseitige Zerlegung, Eisenoxydul bildet sich, welches mit der Säure sich vereint, und Schwefelwasserstoffgas wird frei. Soll das Gas ganz rein sein, so muß es durch Wasser geleitet werden, wodurch die etwa mit fortgerissene Säure entfernt wird.

[Diese Methode ist die sicherste und einfachste, denn die Darstellung aus Schwefelspießglanz und Salzsäure ist nicht so gut, weil sich zu leicht Salzsäure mit verflüchtigt; das Nebenproduct ist Chlorspießglanz. Auch Kalkschwefelleber, so wie überhaupt Schwefellebern, kann dazu benutzt werden.]

Das Schwefelwasserstoffgas ist farblos, riecht und schmeckt nach faulen Eiern, zugleich säuerlich, specifisches Gewicht 1,1912, 100 Kubikzoll wiegen 0,1888 Loth, 1 Kubikfuß 3,2537 Loth, Lichtbrechungsvermögen 2,187; es reagirt sauer, ein feuchtes Lackmuspapier wird geröthet, und nach und nach weißgrau, indem sich Schwefel darauf absetzt. Es ist brennbar und verbrennt, indem es $1\frac{1}{2}$ Volum Sauerstoffgas verzehrt, mit blafsblauer Flamme, Product 1 Volum schwefligsaures Gas und etwas Wasser; gewöhnlich bleibt ein wenig Schwefel unverbrannt zurück, wenn man es an der Luft anzündet. Es ist zum Athmen untauglich, erregt Ersticken; nach angestellten Versuchen stirbt ein Hund in Luft, die nur $\frac{1}{800}$, ein Pferd in Luft, welche $\frac{1}{200}$ Schwefel-

wasserstoffgas enthält, binnen Kurzem, weshalb Vorsicht nöthig ist. Es wird durch vermehrten Druck und Kälte zu einer tropfbaren Flüssigkeit condensirt, deren specifisches Gewicht ungefähr 0,9 ist, und welche sogleich, als sie an die Luft kommt, sich in Gas verwandelt. Das hydrothionsaure Gas besteht aus: 94,155 Schwefel und 5,845 Wasserst., oder aus 1 Vol. Schwefeldampf und 2 Vol. Wasserstoffgas, wird durch Glühhitze, durch elektrische Funken, in die Bestandtheile zerlegt, Schwefel scheidet sich ab. Wird dieses Gas mit Sauerstoffgas, beide völlig wasserfrei, vermischt, so erfolgt keine Wechselwirkung, so wie aber Wasserdampf vorhanden ist, bildet sich aus dem Wasserstoff- und Sauerstoffgas Wasser, und Schwefel scheidet sich ab; dieses erfolgt daher auch wenn Schwefelwasserstoffgas mit atmosphärischer Luft in Berührung tritt, oder wenn Schwefelwasser an der Luft stehen. Der sich hierbei aussondernde Schwefel, Schwefelschlamm, ist fein zertheilt, der Schwefelmilch analog (siehe oben Seite 158). Schwefligsaures Gas zersetzt das hydrothionsaure Gas, es entsteht Wasser und Schwefel setzt sich ab; dasselbe ist ganz besonders mit Chlorgas der Fall, welches damit in Berührung gebracht salzsaures Gas bildet, dicke weisse Dämpfe erzeugen sich, und Schwefelmilch fällt nieder. Es giebt kein besseres Mittel, das Schwefelwasserstoffgas zu zersetzen und dadurch unschädlich zu machen, als Chlorgas.

[Man bedient sich des letztern um die mephitische Luft, die sich aus Abtritten, Kloaken entbindet, welche Schwefelwasserstoffgas enthält, zu entmischen*), um das Leben und die Gesundheit der Schleusenräume zu sichern; man schüttet in Wasser aufgelösten Chlorkalk in den stinkenden Pfuhl der Abtritte, wonach jene Leute ohne alle Gefahr ihr Geschäft verrichten können**). Ueberhaupt ist in allen Fällen, wo sich Schwefelwasserstoffgas in Menge, auch andere stinkende Gasarten erzeugen, Chlorkalk zu empfehlen; (vergleiche die Artikel „Chlor und Chlorkalk.“)]

Durch Salpetersäure, namentlich rauchende, wird das Schwefelwasserstoffgas mächtig zersetzt, es erzeugt sich unter großer Erhitzung Wasserdampf und salpetrigsaurer Dampf, Schwefel scheidet sich ab; die Zersetzung ist in verschlossnen Gefäßen mit einer Explosion und Feuererscheinung verknüpft. — Wasser nimmt bei 11° 3 Volum des Gases auf, erhält den charakteristischen Geruch und Geschmack, röthet Lackmuspapier. Um solches Wasser darzustellen, bedient man sich eines Woulfschen Apparats, in welchen man ausgekochtes destillirtes Wasser

*) G. A. Bd. 21. S. 468. **) D. p. J. Bd. 22. S. 456.

fällt. Schwefelwasserstoffwasser muß in wohl verschlossnen Gefäßen an kühlen Orten aufbewahrt werden, es verliert in der Wärme das Gas; Alkohol nimmt 6 Volum von jenem Gas auf.

Ausgezeichnet ist das Verhalten des Schwefelwasserstoffgases gegen Metalloxyde und Metallsalze; beinahe alle Metalloxyde werden, wenn sie mit diesem Gas in Wechselwirkung treten, zersetzt. Erhitzt man nämlich die Oxyde und treibt das Gas über sie hinweg, oder leitet man das Gas in Auflösungen von Metallsalzen, so erzeugt sich ein Schwefelmetall und Wasser; Chrom- Cerer- und Titanoxyd machen hievon eine Ausnahme. Diese merkwürdige Zersetzung wird bei einigen, als bei Eisenoxydul und Oxyd, Manganoxydul, Kobalt- und Zinkoxyd durch Vorhandensein einer freien Säure als z. B. Salzsäure gehindert, bei den andern dagegen nicht. Die erzeugten Schwefelmetalle sind von verschiedner Farbe, so z. B. der Niederschlag aus Zinksalzen weiß, aus Kadmiumsalzen und von arseniger und Arseniksäure gelb, von Spießglanzsalzen dunkelpomeranzenfarben, von Manganoxydulsalzen fleischfarbig, von Zinnoxidulsalzen chocoladenbraun, von Kupfer-, Eisen-, Wismuth-, Silber-, Bleisalzen schwarz oder bräunlichschwarz. Die Empfindlichkeit einer Blei- oder Silberauflösung für Hydrothionsäure ist so groß, daß die geringste Menge jenes Gases eine Trübung und Färbung bedingt. Eben deshalb läuft auch Silbergeräth an, wenn es mit jenem Gas in Berührung kommt, es wird gelbbraun, bedeckt sich mit einem Häutchen von Schwefelsilber.

[Man bedient sich dieser Gasart als eines Entdeckungsmittels für Metalle; man leitet dasselbe in eine zu untersuchende Auflösung, die man mit Salzsäure angesäuert hat, (man gebraucht in gewissen Fällen statt des Gases das hydrothionsaure Schwefelammonium) und beobachtet den Erfolg; entsteht kein Niederschlag, so probt man eine völlig neutralisirte Auflösung mit hydrothions. Schwefelammonium u. s. w. — Die sogenannte *Hahnemannsche* Weinprobe ist ein mit Weinsteinsäure versetztes Schwefelwasserstoffwasser; man wendete sie ehemals an, um eine Bleiverfälschung im Wein zu entdecken. Weinsteinsäure wurde deshalb zugesetzt, weil sie die Fällung des Eisens durch die Hydrothionsäure verhindert, vergl. oben. — Schwefelwasserstoffwasser ein Entdeckungsmittel für schweflige Säure, Schwefel fällt nieder.]

Die Hydrothionsäure ist eine Säure von geringer Mächtigkeit, sie wird von allen andern Säuren entbunden; sie giebt mit den Basen keine unmittelbaren Verbindungen oder Salze, sondern die sogenannten hydrothionsauren Salze, *Hydrosulfates*, sind theils Verbindungen der Hydrothionsäure mit + elektrischen Schwefelmetallen, welche farblos, krystallisirbar sind, scharf und bitter schmecken, an der Luft,

durchs Erwärmen, durch alle oxydirenden Körper zersetzt werden, theils blos Schwefelmetalle, wie dies mit den eigentlich sogenannten Metalloxyden der Fall ist (siehe oben).

[Man hat sich des Schwefelwasserstoffwassers in der Kattundruckerei, um mittelst Kadmiumsalz oder arseniger Säure Gelb auf dem Zeug zu entwickeln, versuchsweise bedient; jene Substanzen werden aufgedruckt, und die Zeuge dann durch Schwefelwasserstoffwasser genommen.

2) Eine zweite Verbindung ist der flüssige Schwefelwasserstoff, welchen man erhält, wenn eine concentrirte Auflösung von höchst geschwefeltem Schwefelkalium in verdünnte Salzsäure geschüttet wird, wodurch sich der viele Schwefel mit dem Wasserstoff der Salzsäure verbindet. Es ist eine ölarartig gelbliche Flüssigkeit, schwerer als Wasser, zersetzt sich nach und nach von selbst in entweichendes Schwefelwasserstoffgas und Schwefel; die Zusammensetzung ist noch nicht erforscht.

Schwefelkohlenstoff, *Carbure de Soufre*, *Sulphuret of Carbon*, Schwefelalkohol, von *Lampadius* 1796 entdeckt, wird dadurch gewonnen, daß man Schwefeldampf über glühende Kohlen durch eine Röhre leitet, (oder daß man Schwefelkies, Schwefelspießglanz mit Kohle gemischt destillirt); die angelegte Vorlage muß stark abgekühlt werden. Die gewonnene Flüssigkeit wird von aufgelöstem überschüssigen Schwefel durch eine vorsichtige Rectification gereinigt.

Es ist eine farblose, durchsichtige Flüssigkeit, von einem durchdringenden, übeln Geruch, schmeckt scharf, brennend, specif. Gewicht 1,272, kocht bei 42°, der Dampf hat ein specif. Gewicht von 2,67, Lichtbrechungsvermögen desselben 5,11; sie ist noch nicht zum Erstarren gebracht worden, bringt durch das sehr kräftige Verdampfen große Kälte hervor, so daß man dadurch unter der Luftpumpe Quecksilber zum Gefrieren bringen kann. Der Schwefelkohlenstoff ist sehr brennbar, entzündet sich schon aus der Ferne, wenn man einen brennenden Körper nähert, brennt mit blauer Flamme und entwickelt viel Hitze dabei; die Bestandtheile sind: 84,03 Schwefel und 15,97 Kohlenst. Er löst sich nicht in Wasser, aber in Alkohol, Aether, Oelen auf: löst Schwefel und Phosphor auf, welche durch Zusatz von Alkohol und Aether ausgeschieden werden. In der Hitze tritt der Dampf des Schwefelkohlenstoffs seinen Schwefel an die Metalle ab, und der Kohlenstoff scheidet sich aus; Metalloxyde werden gleichfalls zerlegt, kohlensaures und schwefligsaures Gas entweichen und geschwefelte Metalle bleiben zurück. Hierdurch hat man in der neuesten Zeit manche Metalle geschwefelt, welche man sonst nicht mit Schwefel verbinden konnte, (Titan, Cerer, Chrom etc.)

Man hat sich des Schwefelkohlenstoffs neuerdings bedient, um aplatische Linsengläser für Fernröhre damit zu füllen; als Auflösungsmitel für Bernstein, Mastix, Caoutchouc; *Lampadius*.

Kohlenschwefelwasserstoffsäure, *Acide hydroxanthique*,

Hydroazothic acid, von **Zeise** 1821 entdeckt, bildet sich, wenn man Schwefelkohlenstoff mit Alkohol behandelt, der mit Ammoniakgas gesättigt ist; dadurch entsteht eine Vereinigung des Schwefelkohlenstoffs mit sich bildendem Schwefelammonium, welche, wenn man sie mit einer verdünnten Säure zerlegt, obige Säure niederfallen läßt.

Es ist eine öartige, farblose, durchsichtige Flüssigkeit, schwerer als Wasser, schmeckt etwas sauer, brennend, zersetzt sich leicht und besteht aus: 30,9 Schwefelwasserst. und 69,1 Schwf.kohlenst. Sie verbindet sich mit den Basen nicht direct, sondern giebt, unter Wasserbildung, ein Schwefelkohlenstoff-Schwefelmetall.

Die Verbindungen des Schwefels mit Selen, Phosphor, Bor, Chlor, Jod, Brom, Silicium, den Metallen werden später bei diesen Stoffen erwähnt werden.]

F ü n f t e s K a p i t e l .

Vom Selen.

[Das Selen*), *Sélène*, **Selen**, wurde 1817 von **Berzelius** entdeckt, findet sich sparsam in der Natur an verschiedene Metalle, als an Blei, Kupfer, Kobalt, Quecksilber gebunden, am Harz zu Tilkerode, an Kupfer und Silber ehemals in Schweden, an Tellur und Wismuth in Norwegen, wahrscheinlich mit Tellur und Gold in Siebenbürgen, in manchem Kupfer- und Eisenkies, mit Schwefel in den vulkanischen Producten der liparischen Inseln. Außerdem hat man auch Selen in mancher Sorte Vitriolöl und Schwefelsäure gefunden, indem zur Darstellung des Vitriolöls ein aus selenhaltigem Eisenkies gefertigter Vitriol und zur englischen Schwefelsäure ein selenhaltiger Schwefel angewendet worden war. Bei dieser Fabrikation scheidet sich ein ziegelrother Schwefelschlamm am Boden der Bleikammer ab, in welchem Selen mit Schwefel und mehreren Metallen verbunden vorkommt. Die Darstellung desselben aus diesem Gemisch ist sehr weitläufig und umständlich, beruht darauf, daß man durchs Auflösen in Goldscheidewasser den Schwefel zu entfernen sucht, dann durch Schwefelwasserstoffgas einige Metalle fällt, das Selen zu seleniger Säure oxydirt, an Kali bindet, wodurch wieder Metalloxyde sich abscheiden, und das selenigsaure Salz mittelst Salmiak in der Hitze zersetzt, wobei sich durch gegenseitige Zersetzung der selenigen Säure und des Ammoniaks Wasser bildet, Stickstoffgas entbindet, und Selen aufsublimirt. Aus dem selenhaltigen

*) Von *Selene*, der Mond, also Mondstoff. **Berzelius** rechnet das Selen zu den Metallen, und da viele Metalle nach den Gottheiten der alten Mythe benannt worden sind, so wählte er auch einen solchen Namen.

Schwefel kann man es dadurch abscheiden, daß man denselben in Kalilauge auflöst, die Lösung bei gelinder Wärme digerirt, wobei sich Selen als ein grauschwarzes Pulver abscheidet, zuletzt auch Schwefel. Aus dem Selenblei kann man durch Oxydation mit Salpetersäure und Abscheiden mit schwefelsaurem Natron selenigsaures Natron, und daraus Selen erhalten.

Das Selen erscheint nach dem Schmelzen und langsamen Erkalten bleigrau, die Oberfläche spiegelnd, nach raschem Erkalten rothbraun, metallglänzend, nicht hart, aber zerbrechlich; es scheint nicht besonders ausgezeichnete Neigung zum Krystallisiren zu besitzen. Das Selenpulver ist dunkelroth, in dünnen Schichten durchsichtig, rubinroth, specifisches Gewicht 4,30 bis 32. Es wird bei 80° weich, bei 100° halbfüssig, und schmilzt bei einer wenig stärkern Erwärmung, bildet in verschlossnen Gefäßen dunkelgelbe Dämpfe, die sich zu schwarzen Tropfen condensiren, und an der Luft ein zinnoberrothes Pulver bilden; leitet weder Wärme noch Elektricität, wird jedoch durchs Reiben — elektrisch; es löst sich in Schwefelsäure, in fetten Oelen, nicht in ätherischen, auf, löst sich mit Wachs zusammenschmelzen.

Selen verbindet sich mit Sauerstoff in 3 Verhältnissen:

1) Selenoxyd, *Oxide de Sélène*, *Oxide of Selen*, wird durchs Erhitzen an der Luft, namentlich in Berührung mit einem brennenden Körper, dessen Flamme es am Saum azurblau färbt, erhalten. Es ist ein farbloses, nach verfaultem Rettig riechendes Gas, welches vom Wasser wenig verschluckt wird.

2) Selenige Säure, *Acide sélénieux*, *Selenious acid*, wird durchs Verbrennen im Sauerstoffgas, durchs Auflösen in Goldscheidewasser erhalten. Sie krystallisirt durch Sublimation in langen, farblosen, vierseitigen Nadeln, verdampft etwas leichter als Schwefelsäure kocht, und bildet einen dunkelgelben Dampf, sie schmeckt sauer, hintennach brennend, besteht aus: 71,22 Selen, und 28,78 Sauerst., zieht Wasser aus der Luft an und zerfließt, löst sich leicht in Wasser auf, und krystallisirt aus der Auflösung als Hydrat in farblosen langen Säulen, auch in Alkohol ist sie leicht auflöslich. Durch Hydrothionsäure wird die selenige Säure in Schwefelselen, durch schweflige Säure in Selen reducirt, indem sich Schwefelsäure erzeugt; man wendet hiezu am schicklichsten schwefligsaures Ammoniak an. Die selenige Säure ist eine ziemlich starke Säure, der Arseniksäure nahe kommend; die selenigsauren Salze, *Sélénites*, der Alkalien sind entweder alkalisch, oder sauer reagirend, die der Erden und Metalloxyde sehr schwer löslich.

3) Selensäure, *Acide sélénique*, *Selenic acid*, wird durchs Schmelzen von seleniger Säure oder Selenmetall (Selenblei) mit Salpeter, salpetersaurem Natron erzeugt, und mittelst einem Bleisalz und Schwefelwasserstoffgas ausgeschieden.

Eine wasserhaltende farblose Flüssigkeit, specifisches Gewicht bei 165° 2,524, erträgt eine Erhitzung bis auf 280° ohne Zersetzung, wird

aber schon bei 290° in selenige Säure und Sauerstoffgas entmischt; erhitzt sich mit Wasser in Berührung, wie Schwefelsäure, und besteht aus 62,32 Selen und 37,68 Sauerst., wird durch hydrothionsaures Gas nicht, aber durch Salzsäure in selenige Säure und Chlor entmischt, welches Gemisch Gold und Platin auflöst; auch die unvermischte Selenensäure löst Gold, aber nicht Platin auf. Sie hat zu den Basen geringere Verwandtschaft, als Schwefelsäure, im übrigen sind die selen-sauren Salze, *Séléniates*, den schwefelsauren Salzen sehr analog.

Selenwasserstoffgas, Hydroselensäure, *Gas Hydrogène sélénié*, *Acide hydrosélénique*, *Seleniatted Hydrogen*, *hydroselenic acid*, wird mittelst Selenkalium und Wasser, oder Selen-eisen und verdünnter Salzsäure dargestellt.

Es ist ein farbloses Gas, riecht wie Schwefelwasserstoffgas und bringt in der kleinsten Menge eine gänzliche Empfindungslosigkeit des Geruchsorgans hervor, Schmerzen in der Nase, Luströhre, Augen, Husten, reagirt sauer, und besteht aus: 97,54 Selen und 2,46 Wasserst., ist brennbar, wird vom Wasser reichlich verschluckt, welches dadurch Geruch und Geschmack erhält; dasselbe ist farblos, wird aber, gleich dem Schwefelwasserstoffwasser, an der Luft zersetzt, indem sich Selen in rothen Flocken abscheidet, es färbt die Haut bleibend rothbraun. Metall-oxide und Salze werden von Selenwasserstoffgas, gleich der Hydrothion-säure, präcipitirt, die Niederschläge sind Selenmetalle, die mehesten sind schwarz oder dunkelbraun, einige fleischroth (von Zink, Mangan), sie nehmen durchs Reiben Metallglanz an. Die Hydroselensäure giebt keine unmittelbaren Verbindungen mit den Alkalien und Erden, hydroselensaure Salze, *Hydroséléniates*, sondern diese Verbindungen bestehen aus einem Selenmetall und Selenwasserstoff.

Verbindung mit Schwefel, *Sulfure de Sélène*, *Sulphuretted Selenium*. Beide Stoffe verbinden sich in allen Verhältnissen mit einander; 1 $\frac{1}{2}$ Schwefel macht die Farbe des Selens heller roth, 100 Th. Schwefel und 1 Th. Selen geben eine orangefarbne Mischung. — Mit Phosphor, Chlor, Jod, Brom, den Metallen.]

S e c h s t e s K a p i t e l .

Vom Phosphor.

Der Phosphor^{*)}, *Phosphore*, *Phosphorus*, kommt oxydirt als Phosphorsäure im Mineral-, Pflanzen- und besonders im Thierreich vor, aber nicht im isolirten Zustand. Er wurde 1669 von *Brandt* entdeckt, 1674 von *Knackel* gleichfalls dargestellt, aber die Gewinnungsart geheim ge-

^{*)} d. h. Lichtträger.

halten, bis 1737 dieselbe bekannt gemacht wurde. Man bediente sich zur Darstellung des Urins, daher der Name Harnphosphor; man destillirte gefaulten Urin zur Trockne ein, und destillirte den Rückstand bei heftiger Hitze. Dadurch wurden die in demselben enthaltenen phosphorsauren Salze (phosphora. Ammoniak, Natron, Kalk) vermittelst des Kohlen- und Wasserstoffs der anderweitigen Bestandtheile des Urins reducirt, und der Phosphor abgeschieden. Diese Methode giebt jedoch wenig Ausbeute, und der Phosphor war sehr theuer und selten, bis Scheele und Gahn 1769 ein Verfahren lehrten, wodurch er wohlfeiler dargestellt werden kann, welches bis jetzt befolgt wird.

Man nimmt den aus den Knochen dargestellten sauren phosphorsauren Kalk, (rohe Phosphorsäure), welche hierzu gerade am geeignetsten ist, weil sie sich in der Hitze nicht, wie es reine Phosphorsäure thun würde, verflüchtigt; man vermischt sie noch flüssig mit so viel Kohlenpulver, daß nach dem Eintrocknen des Gemengs auf 3 Theile der Säure 1 Theil kommt, und setzt das Austrocknen bis zum Dunkelrothglühen fort. Sodann wird die Masse in feuerfeste irdne Retorten gethan, welche mit einer Auflösung von Borax und Kalk bestrichen, darauf scharf getrocknet worden sind, und in einen Windofen mit Koppel eingelegt werden. Man befestigt an den Hals derselben ein weites kupfernes, gekrümmtes Rohr, welches in ein Gefäß voll Wasser eintaucht, so daß dasselbe die Mündung sperrt, und giebt sehr allmählig steigende Hitze bis zum heftigen Rothglühen, welches so lange unterhalten wird, als Phosphor überdestillirt, welcher sich im Wasser in einer wachsähnlichen Masse condensirt. Die Kohle zerlegt nämlich die Phosphorsäure, es wird kohlen-saures Gas erzeugt, welches entweicht, und Phosphor geht desoxydirt in Dämpfen über. Zugleich bildet sich auch eine Verbindung von Kohlenstoff und Phosphor welche mit übergeht, und gegen Ende des Prozesses eine brennbare, phosphorhaltige Gase, welche man für eine Verbindung des Phosphors mit Kohlenoxydgas (Kwasserstoffgas) hält. Der überdestillirte unreine Phosphor wird dadurch gereinigt, daß man ihn unter heißem Wasser durch sämischgahres Leder preßt, wodurch der Phosphorkohlenstoff zurückbleibt, oder daß man ihn bloß schmelzt, wodurch sich diese Substanz oben absetzt. Man formt ihn in Stängelchen, indem man Barometerröhren, welche oben trichterförmig erweitert, und unten verkorkt sind, anwendet, Phosphorstückchen in den Trichter legt, und unter heißes Wasser taucht; der schmelzende Phosphor füllt die Röhre an, und das fremdartige, leicht, schwimmt oben auf. Nach dem Erkalten schiebt man die erstarrte Stange heraus, schneidet das unreine ab, zerschneidet sie in kurze Stä-

cke, und hebt sie in starken Glasflaschen unter ausgekochtem Wasser auf, so daß die Flaschen gänzlich mit Wasser gefüllt sind. Diese Gefäße müssen an kühlen und dunkeln Orten aufbewahrt werden, weil sonst der Phosphor roth wird.

Der Phosphor hat eine blafgelbe Farbe, ist durchscheinend, in der Kälte spröde, bei der mittlern Lufttemperatur weich, biegsam wie Wachs, krystallisirt aus Auflösungen oder Verbindungen mit Schwefel sich abscheidend in Rhomben-Dodekaëdern, (in sechseitigen Säulen mit 3 flächiger Zuspitzung durchs Schmelzen); specifisches Gewicht 1,77. Er stößt an der Luft liegend weißse, der arsenigen Säure ähnlich riechende, im Finstern leuchtende (phosphorescirende) Dämpfe aus, indem er sich langsam oxydirt und phosphorige Säure bildet; daher muß man den Phosphor stets unter Wasser aufbewahren, damit er nicht mit der Luft in Berührung kommen kann, um so mehr als, wenn mehrere Stängelchen mit einander in Berührung stehen, die bei der Oxydation frei werdende Wärme sich so steigert, daß der Phosphor in Flamme ausbricht, und Feuergefahr entsteht. Er schmilzt bei 35° in verschlossnen Gefäßen, giebt eine farblose, ölarartige Flüssigkeit, fängt bei 103° an sich stark zu verflüchtigen, kocht erst bei 290° ; gießt man geschmolzenen Phosphor in eiskaltes Wasser, so wird er schwarz, nimmt aber seine vorige Farbe wieder an, wenn er umgeschmolzen langsam erkaltet. Er schmeckt scharf, widrig, wirkt giftig, wird vom Licht, selbst im luftleeren Raum, im Stickgas, geröthet, besonders schnell durch violettes Licht, ohne Veränderung im specifischen Gewicht; mit Baumwolle in Berührung, noch mehr mit Harzpulver bestreut auf Baumwolle gelegt, entzündet sich der Phosphor im luftverdünnten Raum, und brennt mit großer Flamme, nicht in Luft von der gewöhnlichen Dichte bei gleicher mittler Temperatur; erwärmt man denselben bis 75° , so fängt er Feuer, verbrennt mit einer sehr hellen, weißen Flamme, und stößt einen dicken, weißen Rauch aus, Phosphorsäure.

[Man kann diesen Versuch machen, wenn man ein Stückchen Ph. in eine Reißzwinde spannt und auf Löschpapier reibt, bis er anfängt zu leuchten, dann faßt er sogleich Flamme, tropft aber auch dabei schmelzend ab.

Man verfertigt auf verschiedne Art Phosphorfeuerzeuge, *briquets phosphoriques*, *phosphoric match-boxes*, welche jedoch gefährlich sein können, wenn sie nicht sehr sorgfältig behandelt werden. Man thut etwas Phosphor in ein irdnes Fläschchen mit gut eingeriebenen Stöpsel, engem Hals, läßt den Phosphor in dem unverstopften Fläschchen schmelzen, brennen bis die Flamme verlöscht, dann verstopft man dasselbe. Berührt man dann mit einem Schwefelhölzchen die Masse, so entzündet es sich, besonders wenn man das Hölzchen etwas anfeuch-

tet. Die Erklärung dieser Erscheinung ist folgende: die im Fläschchen enthaltene Substanz besteht aus wasserfreier phosphoriger Säure, Phosphoroxyd und unverbranntem Phosphor; so wie sie mit der Luft und dem Schwefel in Berührung kommt, zieht die erstere Wasser an, und Sauerstoff aus der Luft, wodurch viel Wärme frei und der Schwefel entzündet wird. Deshalb muß das Fläschchen völlig luftdicht verschlossen, der Pfropf mit Talg stets bestrichen sein.]

Phosphor löst sich nicht in Wasser auf, aber ein wenig in Aether, in Alkohol, je reiner beide sind, desto mehr, in fetten Oelen; diese Auflösungen leuchten an der Luft im Dunkeln, welches jedoch bei den letzten durch Zusatz von einer kleinen Quantität einiger ätherischen Oele (Terpenthin-, Bernsteinöl etc.) verhindert werden kann. Auch ätherische Oele lösen denselben, so wie Schwefelkohlenstoff, auf; aus den Auflösungen wird durchs Licht rother Phosphor ausgeschieden.

Der Phosphor verbindet sich mit Sauerstoff in 5 verschiedenen Verhältnissen, giebt 2 Oxyde und 3 Säuren.

[1) Weisses Phosphoroxyd, *Oxide de Phosphore blanc*, *white Oxyd of Ph.*, erhält man durch Aufbewahren des Phosphors in lufthaltigem Wasser, es überzieht sich die ganze Oberfläche desselben mit einer weissen Rinde, die sich nach dem Abschaben wieder erzeugt. Es ist geschmacklos, riecht Phosphor ähnlich, schmilzt und entzündet sich.

2) Rothcs Phosphoroxyd, *Oxide de Phosphore rouge*, *red Oxyd of Ph.*, bleibt nach jedem Verbrennen des Phosphors zurück, und kann auch dadurch erhalten werden, daß man in heissem Wasser Ph. schmelzt, und Sauerstoffgas durch eine feine Röhre auf denselben bläst, wodurch er selbst unter Wasser verbrennt, es bildet sich rothes Oxyd und Phosphorsäure, ersteres scheidet sich aus. Es hat im reinen Zustand eine zinnoberrothe Farbe, leuchtet nicht im Finstern, verbrennt bei 100° mit gelblicher Flamme, löst sich in den Auflösungsmitteln des Ph. auf.

3) Unterphosphorige Säure, *Acide hypophosphoreux*, *Hypophosphorous acid*, von Dulong 1816 entdeckt; man bereitet sie mittelst Phosphorbarytium, welches man in Wasser auflöst, wodurch Phosphorwasserstoffgas sich entbindet, und unterphosphorigsaurer Baryt gelöst bleibt, diesen zersetzt man mittelst verdünnter Schwefelsäure, durch welche die unterphosphorige Säure frei wird.

Die Säure krystallisirt nicht, wird durch vorsichtiges Abdunsten syrupartig, ist farblos, schmeckt beissend, scharf, sauer, zersetzt sich beim Erhitzen in Phosphorwasserstoffgas und Phosphorsäure, und besteht aus: 79,69 Phosphor und 20,31 Sauerst., giebt mit den Basen sehr leicht in Wasser lösliche unterphosphorigsaure Salze, *Hypophosphites*, welche sich an der Luft langsam höher oxydiren.

4) Phosphorige Säure, *Acide phosphoreux*, *Phosphorous acid*,

von Davy 1816 entdeckt, wird wasserfrei erhalten, wenn man viel Phosphor in einer engen, wenig Luft enthaltenden, Röhre langsam verbrennen läßt, wodurch sich aus Mangel einer genügsamen Menge Sauerstoff der Phosphor nicht in Phosphorsäure, sondern nur in phosphorige Säure umwandelt. Oder man löst Chlorphosphor im Minimo des Chlors in Wasser auf, wobei sich das Chlor mit Wasserstoff zu Salzsäure verbindet, welche durch gelinde Wärme entfernt wird, und der Phosphor mit Sauerstoff; die flüssige Säure kann durch vorsichtiges Abdunsten krystallisirt werden.

Die wasserfreie Säure ist ein weißes, flockiges Pulver, welches ein großes Volum besitzt, flüchtig ist, an der Luft sich entzündet, und zu Phosphorsäure verbrennt; die wasserhaltende krystallisirt in durchscheinenden Säulen, schmeckt sauer, zersetzt sich beim Erhitzen in Phosphorsäure und Phosphor, welcher letztere eine Wasserzersetzung bedingt, durch welche sich Phosphorwasserstoffgas und Phosphorsäure erzeugt. Sie oxydirt sich von selbst an der Luft im flüssigen Zustand und besteht aus: 56,67 Phosphor und 43,33 Sauerst., gehört zu den schwächsten Säuren; die phosphorigsauren Salze *Phosphites*, sind theils in Wasser löslich, theils nicht, oxydiren sich nicht an der Luft bei der gewöhnlichen Temperatur.

Bringt man Phosphor an feuchte Luft, jedoch so, daß sich die Stängelchen nicht unter einander berühren, so oxydirt er sich, und zieht zugleich Wasser an, es fließt eine dicke, saure Flüssigkeit ab, ein Gemeng von phosphoriger und Phosphorsäure; man hielt diese Substanz für eine eigne Oxydationsstufe des Phosphors, und nannte sie Unterphosphorsäure, *Acide hypophosphorique* oder *A. phosphatique*, welche jedoch keine eignen Salze bildet, sondern phosphorig- und phosphorsaure Salze.]

5) Phosphorsäure, *Acide phosphorique*, *Phosphoric acid*, wurde wohl schon gleichzeitig mit dem Phosphor entdeckt, 1712 von Homberg beschrieben. Sie kommt an verschiedne Basen gebunden im Mineralreich vor, als an Kalk, Thonerde, Yttererde, Eisen-, Blei-, Kupfer-, Manganoxyd; im Pflanzenreich an Kali, Magnesia, Kalk; im Thierreich ganz besonders an Kalk, auch an Magnesia, Natron, Ammoniak.

Man stellt dieselbe entweder durch Oxydation des Phosphors dar, oder durchs Abscheiden aus phosphorsauren Salzen.

[a) Läßt man Ph. in Sauerstoffgas, oder in atmosphärischer Luft verbrennen, so entsteht ein dicker weißer Rauch, welcher sich zu weißen Flocken condensirt, (siehe vorn Seite 78 beim Verbrennen), welche rasch zerfließen.

b) Man schüttet schwache Salpetersäure in eine Retorte, trägt $\frac{1}{2}$ Phosphor in kleinen Stücken hinein, erwärmt dieselbe und legt eine Vorlage mit Sicherheitsröhre an; hierbei wird die Salpetersäure ent-

mischt, sie tritt an den Phosphor Sauerstoff ab und Stickstoffoxydgas entweicht, welches an der Luft zu salpetriger Säure sich oxydirt. Es wird jedoch hierdurch nicht die ganze Säure zersetzt, sondern es destillirt ein Theil unverändert über, ein anderer kleinerer bleibt bei der erzeugten Phosphorsäure, und kann durch bloßes Abdampfen nicht abgeschieden werden. Um die gewonnene flüssige Säure zu reinigen, dampft man sie ein, schmilzt im glühenden Flusse, (in Platintiegeln, nicht in irdenen) und gießt sie dann auf ein kaltes Metallblech zu, worauf sie zu einer durchsichtigen glasigen Masse gesteht, die sehr leicht zerfließt. Man kann die verdünnte flüssige Säure auch noch durch Kochen mit Kohlenpulver reinigen, wodurch die Salpetersäure gleichfalls zersetzt wird, indem sich kohlensaures Gas erzeugt und Stickstoff entweicht. — Auch die durch langsame Oxydation des Phosphors in der Luft erzeugte Säure kann durch etwas Salpetersäure in Phosphorsäure umgewandelt werden.]

c) Am wohlfeilsten gewinnt man nach der Methode von Scheele und Gahn die Phosphorsäure aus der Knochenerde, dem Rückstand nach der Calcination der Knochen; er besteht hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalk. Will man eine zur Darstellung des Phosphors brauchbare, noch viel phosphorsauren Kalk enthaltende Säure gewinnen, (oder richtiger gesagt sauren phosphorsauren Kalk) so digerirt man zwei Theile Knochenerde mit 1 Theil concentrirter Schwefelsäure und 8 Theilen Wasser in einem Kolben, in bleiernen oder kupfernen Kesseln, bei gelinder Wärme, wodurch die Schwefelsäure sich mit der Kalkerde zu Gyps verbindet und Phosphorsäure frei wird. Es löst sich aber ein Theil phosphorsaurer Kalk in der Phosphorsäure als saures Salz auf, welcher durch die Schwefelsäure unmittelbar nicht entfernt werden kann. Darauf wird das Flüssige abgegossen, der unlösliche Rückstand gehörig abgespült, sämtliche Flüssigkeiten vermischt abgedunstet, wobei eine Portion Gyps sich nach und nach abscheidet, welche durch Absetzen und Dekantiren entfernt wird.

Soll die so gewonnene Säure von dem Kalkgehalt frei gemacht werden, so setzt man essigsaures Bleioxyd im Ueberschuß zu, wodurch phosphorsaures Bleioxyd niederfällt, welches abgewaschen, scharf getrocknet mittelst verdünnter Schwefelsäure zerlegt wird, wodurch man eine reine Phosphorsäure erhält. Sollte ja noch etwas Bleioxyd zurückgeblieben sein, so kann man dasselbe durchs Auflösen der syrupdicken Säure in Alkohol entfernen. Eine andere Reinigungsart der kalkenthaltenden Säure ist mittelst kohlensaurem Ammoniak, wodurch kohlensaurer Kalk gefällt wird, und phosphorsaures Ammoniak aufgelöst bleibt. Wird darauf abgedampft und die trockne Masse geglüht, so entweicht Ammoniak und die Phosphorsäure bleibt zurück.

Die Phosphorsäure ist im wasserfreien Zustand eine weisse, flockige Substanz, im wasserhaltenden, nachdem man sie längere Zeit geschmolzen, und möglichst alles überflüssige Wasser entfernt hat, nach dem Erkalten eine farblose, durchsichtige, harte, glasartige Materie, welche 9,44% Wasser enthält. Sie ist geruchlos, schmeckt sehr sauer, schmilzt in der Rothglühhitze, und wird noch unter der Weissglühhitze verflüchtigt; sie greift irdne Tiegel an, sie werden durchlöchert, und es entsteht eine Kiesel- und Thonerde haltende unauflösliche Säure. Phosphorsäure röthet Lackmuspapier stark, und besteht aus: 44 Phosphor und 56 Sauerst. Sie zieht sehr leicht Wasser aus der Luft an, wird feucht, zerfliesst, und bildet eine syrupdicke Flüssigkeit, löst sich in Wasser in jedem Verhältniss auf, auch in Alkohol; aus einer sehr concentrirten wässrigen Auflösung hat man farblose säulenförmige Krystalle von wasserhaltender Säure anschliessen sehen.

[Meissner hat eine Tabelle gegeben über die Procente an trockner Säure, welche eine Auflösung von Phosphorsäure in Wasser enthält.

Specifisches Gewicht.	Säureproc. dem Gewicht nach.	Säureproc. dem Volumen nach.
1,85	50	92,5
1,60	40	64
1,39	30	41,7
1,23	20	24,6
1,10	10	11.]

Sie gehört zu den stärksten Säuren, treibt auf trockenem Weg Salpeter- und Schwefelsäure aus ihren Salzen, weil sie feuerbeständiger ist, als jene, aber nicht so auf nassem, wo sie durch die genannten Säuren und Salzsäure ausgeschieden wird. Durch Kohle wird sie in der Hitze reducirt, Phosphor frei gemacht, deshalb ist grosse Voricht nöthig, wenn man Phosphorsäure in Platingeräthen glüht, damit nicht ein kleines Stück Kohle hineinfalle, wodurch sich Phosphorplatin erzeugt, welches leicht schmilzt und eine Durchlöcherung des Geräths zur Folge hat. (Hierauf beruht auch die Darstellung des Phosphors).

Die phosphorsauren Salze, *Phosphates*, sind theils neutrale, theils basische, theils saure, die neutralen sind zum Theil löslich, die der Alkalien, theils unlöslich, die der Erden und übrigen Basen; die basischen unlöslich, die sauren löslich; sie schmelzen in der Hitze und geben beim Erkalten glasartige Massen, werden auch durch Kohle in der Glühhitze reducirt.

Die Phosphorsäure findet kaum eine technische Anwendung.

1) Phosphorwasserstoffgas, (selbst entbrennendes), *Gas Hydrogène perphosphoré*, *Phosphoretted Hydrogen*, von *Gingembre*

1783 entdeckt, wird erhalten, wenn man Phosphor mit Aetzkalklauge, oder Kalkhydrat erhitzt, oder durchs Befeuchten des Phosphorcalciums. Wenn man den Versuch mit Aetzlauge anstellt, so erhitzt man erst die mit Lauge angefüllte Retorte, und bringt dann durch den Tubulus ein Stückchen Phosphor schnell hinein. Die Retorte hat einen langen angeblasen Hals (siehe Tafel I. Fig. 37), welcher in eine Schüssel mit heißem Wasser eintaucht. Der Phosphor zerlegt mit Hülfe dem Alkalis das Wasser, es bildet sich phosphorsaures Kali und Phosphorwasserstoffgas; mit Kalkmilch statt Aetzlauge gelingt es oft nicht, mit erster dagegen stets.

Das Gas ist farblos, riecht sehr widrig, ähnlich dem Geruch verfäulender Fische, schmeckt ekelhaft, bitter, spezifisches Gewicht 1,761 *Dumas* (0,902 *Thomson*), entzündet sich von selbst so wie es mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt, selbst noch bei -38° , brennt unter einem kleinen Puff Blase für Blase mit heller Flamme, wie Phosphor; es steigt ein weißer, sich beim Emporschweben immer mehr erweiternder, Nebelring auf (Phosphorsäuredampf). Es ist nicht athmenbar, reagirt nicht sauer, wird durchs Licht, durch Rothglühhitze zerlegt, setzt rothen Phosphor ab; es wird vom Wasser sehr wenig absorbiert, schlägt mehrere Metallaufösungen nieder, indem Phosphormetalle sich bilden, einige auch regulinisch. Die Bestandtheile sind: 91,28 Phosphor und 8,72 Wasserst.

2) Läßt man durchs Licht aus ersterem Phosphor sich absetzen, so erhält man ein Gas, welches sich nicht mehr an der Luft von selbst entzündet, *Gas Hydrogène protophosphoré, Bihydroguret of Phosphorus*; es riecht noch übler als das vorige, spezifisches Gewicht 1,314 *Dumas*, 1,256 *Dulong*, Lichtbrechungsvermögen 2,682; es entzündet sich mit atmosphärischer Luft gemengt bei einer geringen Verdünnung oder Verminderung des Drucks; die Zusammensetzung ist noch nicht sicher bekannt.

3) Wenn man concentrirte wasserhaltende phosphorige Säure, oder neutrale phosphorigsaure Salze erhitzt, so entbindet sich eine Gasart, welche sich nicht an der Luft entzündet, und von sehr variablen Mengen Phosphor und Wasserstoff gebildet ist; im Allgemeinen enthält es mehr Phosphor, als das unter 1) beschriebne Gas.

Phosphorkohlenstoff, *Phosphure de Carbone, Phosphuret of Carbon*, geht bei der Destillation des Phosphors mit über, und bleibt beim Reinigen desselben zurück. Eine dunkel pomeranzengelbe Materie, leuchtet nicht, verbrennt erst bei größerer Erwärmung, als Phosphor, besteht aus: 62 Phosphor und 38 Kohlenst.

Phosphorschwefel, *Phosphure de Soufre, Phosphuret of Sulphur*, beide vereinigen sich in allen möglichen Verhältnissen, man schmilzt sie unter warmen Wasser zusammen. Die Verbindungen sind leichter entzündlich, als Phosphor, schmelzen auch leichter, zerlegen
unter

unter Vermittlung des Lichts das Wasser, Schwefelwasserstoffgas entweicht, phosphorige Säure bleibt aufgelöst.

Phosphorhaltendes Schwefelwasserstoffgas. — Phosphor verbindet sich mit Selen, Chlor, Jod, Bor, Brom, den Metallen.]

S i e b e n t e s K a p i t e l .

V o m B o r .

Bor, Bore, Boron, wurde 1809 von *Gay-Lussac* und *Thénard*, von *Davy* entdeckt, es wird durch Desoxydation der Boraxsäure mittelst Kalium, oder mittelst weniger Kalium aus scharf getrocknetem Fluorbor-Kalium (flusboraxsaurem Kali) durchs Glühen gewonnen; die geglühte Masse wird abgewaschen und das Bor gereinigt.

Es ist ein dunkel bräunlich-grünes Pulver, stark abfärbend, geruch- und geschmacklos, leitet die Elektrizität nicht, ist in Wasser ein wenig auflöslich, oxydirt sich nicht an der Luft bei der gewöhnlichen Temperatur, verbrennt aber bei etwa 320° mit röthlichem Feuer und Funkenprühen, und erzeugt Borsäure, im Sauerstoffgas erscheint dabei eine schwache grünliche Flamme. Es verpufft mit Salpeter heftig, oxydirt sich durch kohlen-saures Kali beim Glühen, Kohlenstoff scheidet sich ab; Salpetersäure, Goldscheidewasser lösen Bor unter Oxydation auf, und Borsäure bildet sich. Mit Aetzkali geschmolzen entsteht borsaures Kali, und Wasserstoffgas entbindet sich; im Feuer ist es nicht schmelzbar.

Es hat nur eine Oxydationsstufe, die Borsäure, Boraxsäure, *Acide borique*, *Ac. boracique*, *Boracic acid*, von *Homborg* 1702 entdeckt; sie kommt in der Natur sowohl frei, als an einige Basen, als an Ammoniak, Natron, Kalk, Thonerde, Magnesia gebunden vor.

[Boraxsäure mit etwas eingemengten Schwefel findet man als Ueberzug an den Wänden der Felsenhöhlen auf der Insel Volcano, am Krater der Vulkane; am Rande und als Bodensatz heißer Quellen und kleiner Sümpfe, Lagunen, auch aus dem Boden ringsum auswitternd, mit borax- und schwefelsaurem Ammoniak, Thonerde, Eisenvitriol gemengt, bei Sasso in der Gegend von Florenz; man hat daher auch der natürlichen Boraxsäure den Namen Sassolin gegeben; im Wasser aufgelöst in den Lagunen von Castelnovo, Cerchiajo etc. Man benutzt die Wasser, um daraus die Säure zum Gebrauch der Boraxfabriken darzustellen; man hat neuerdings angefangen, die Wasser durch den Gradi-rungsprozess siedewürdig zu machen, worauf man sie abdunstet, und 1 bis 2½ unreine Säure gewinnt.]

Um die Säure aus Borax, boraxsaurem Natron, zu gewinnen, zerlegt man denselben mittelst Schwefelsäure; man löst ihn in kochendem

Wasser auf, und setzt $\frac{1}{2}$ concentrirter Schwefelsäure zu, wodurch sich schwefelsaures Natron bildet, und beim Erkalten der Flüssigkeit Borsäure auskrystallisirt. Die Krystalle werden gesammelt, abgetrocknet, umkrystallisirt, und, wenn es auf vollkommene Reinheit ankommt, in einem Platintiegel geschmolzen, denn die krystallisirte Säure enthält leicht noch etwas anhängende Schwefelsäure.

Die wasserfreie Boraxsäure erscheint als eine farblose, durchsichtige, harte, geruchlose Masse, (verglaste Säure) welche sich im Wasser allmählig auflöst, und dann mit 44 $\frac{1}{2}$ Wasser verbunden in weissen, fettglänzenden, zarten Blättchen, die ein großes Volum einnehmen, krystallisirt. Die glasige Säure wird bald an der Luft undurchsichtig, bekommt viele kleine Risse, specifisches Gewicht 1,803, schmilzt in der Rothglühhitze, und verflüchtigt sich in keinem Ofenfeuer. Die krystallisirte hat ein specifisches Gewicht von 1,48, verliert beim Erhitzen ihr Wasser unter Aufschäumen, schmeckt wenig sauer, mehr bitterlich, löst sich in 25,6 Theilen Wasser von 19°, und in 3 Theilen kochendem, in Alkohol gleichfalls auf, und dieser brennt dann mit grüngelbter Flamme, bräunt Curcumapapier, gleich einem Alkali; beide Auflösungen geben beim Destilliren ein Boraxsäure enthaltendes Destillat, obschon die Säure an sich ganz feuerbeständig ist; auch in Schwefelsäure und Oelen ist sie löslich. Die Boraxsäure besteht aus: 31,19 Bor und 68,81 Sauerst., gehört im Allgemeinen zu den schwächern Säuren, jedoch treibt sie, wegen ihrer Feuerbeständigkeit, die mehresten sonst weit stärkern Säuren in der Glühhitze aus ihren Salzen. Sie giebt mit den Basen boraxsaure Salze, *Borates*, welche größtentheils unauflöslich sind, nur die der Alkalien machen hievon eine Ausnahme; sie schmelzen in der Hitze und geben beim Erkalten glasartige Massen. Weder Wasserstoff noch Kohlenstoff vermögen die Boraxsäure und ihre Salze zu reduciren, daher auch die Analyse dieser Säure erst nach Entdeckung des Kaliums möglich wurde. Anwendung findet die Säure zur Darstellung des künstlichen Boraxes, (in der Kattundruckerei in Frankreich), zum Färben des Goldes.

[Wenn man Borkalium mittelst Wasser, oder Boreisen mittelst verdünnter Salzsäure behandelt, so entwickelt sich ein sehr stinkendes Wasserstoffgas, in welchem etwas Bor vorhanden ist; es brennt daher mit grüner Flamme und riecht wie Stinkasant.]

Schwefelbor, *Borure de Soufre*, *Boruretted Sulphur*; die Verbindung beider Körper geschieht in der Hitze unter Feuererscheinung; eine weisse, undurchsichtige Masse, zerlegt das Wasser und bildet Schwefelwasserstoffgas und Borsäure. — Mit Chlor, Fluor, den Metallen.]

A c h t e s K a p i t e l .

V o m C h l o r .

Chlor^{*)}, Chlorgas, Chlorine, *Gas Chlore*, *Chlorine*, ehemals oxydirte Salzsäure genannt, oxydirt salzsaures Gas, *Acide muriatique oxygénée*, *Gas m. o.*, *Oxymuriatic acid*, (dephlogistisirte Salzsäure der ältern Chemiker, Halogen einiger Neuern), wurde von Scheele 1774 entdeckt, eine Entdeckung, die für die Wissenschaft und die Gewerbe gleich wichtig und denkwürdig geworden. — Chlor findet man in der Natur nirgends frei, wohl aber an Metalle gebunden, mit Wasserstoff vereint; dahin gehört das Chlorkalium, Chlornatrium etc., freie Salzsäure an den Kratern und in den Wassern der Vulkane.

[Man hielt diese Substanz früher für eine Verbindung der Salzsäure mit Sauerstoff, woher der Name oxydirte Salzsäure; es haben jedoch die Chemiker keinen Sauerstoff im Chlor nachweisen oder Chlor zerlegen können, im Gegentheil fand sich, daß die Salzsäure aus Chlor und Wasserstoff besteht.]

Chlorgas wird theils aus Salzsäure und Braunstein, theils aus Kochsalz, Braunstein und Schwefelsäure entwickelt.

[Zu dem Ende ist es sehr wichtig, den Braunstein vor der Anwendung zu prüfen, da dessen Güte sehr verschieden ist; er enthält nämlich oft Eisenoxyd, kohlen. Kalk, Wasser, nicht selten eine niedere Oxydationsstufe des Mangans. Man prüft ihn, nach Gay-Lussac^{**)}, mit Salzsäure, mit welcher man ihn in einem Gasentbindungsapparat erhitzt, bis kein Gas mehr übergeht. Das sich entbindende Chlorgas wird in Kalkmilch geleitet, wodurch Chlorkalk sich bildet, dessen Menge bestimmt werden kann. Aus jenen Versuchen ergab es sich, daß 1 Kilogramme reiner Braunstein 0,796 Kilogr. Chlor giebt, der im Handel vorkommende, aus verschiedenen Gruben in Frankreich, Piemont, der Mosel zwischen 0,7658 und 0,2789; ein bedeutender Unterschied.]

Man nimmt auf einen Theil grob gepulverten Braunstein 3 Theile conc. Salzsäure, oder auf 4 Theile Salz, 3 Th. fein gepulverten Braunstein, 6 bis 6½ Th. conc. Schwefelsäure, gewöhnlich 1½ Kochsalz, 1½ Braunstein, 2½ bis 3 conc. Schwefelsäure, *Robiquet. Ure*^{***)} giebt an 1 Kochsalz und Braunstein, 1½ conc. Schwefels.

[Wie sehr von diesen auf Erfahrungen gebauten Angaben die gewöhnlichen Zahlenbestimmungen abweichen, wird einem Jeden auffallen;

^{*)} d. h. Grün gelb; (so ist nämlich die Farbe dieses Gases).

^{**) V. d. G. 1825. S. 35. ^{***)} S. n. J. Bd. 5. S. 207.}

theils ist daran die sehr abweichende Beschaffenheit des angewendeten Braunsteins, von welchem wir die beste Qualität voraussetzten, theils die verschiedene Stärke der Salzsäure Schuld, theils endlich haben sich die ältern empirischen Vorschriften bisher erhalten.— U. D. p. 559, 561. P. ch. E. Vol. II. p. 287. Supplement to the Encyclop. brit. Vol. II. p. 326. D. t. T. III. p. 146. Artikel „Blanchiment.“

Wendet man Salzsäure an, so darf der Braunstein nicht fein gepulvert sein, weil er sich fest an den Boden des Destillationsapparats ansetzt, und die in ihm vorhandne Kiesel Erde eine Kruste bildet, so daß die Salzsäure nicht durchwirken kann.]

Die Erklärung des Prozesses ist folgende: Salzsäure besteht aus Chlor und Wasserstoff, Braunstein aus Mangan und Sauerstoff; es bildet sich aus dem Sauerstoff des Braunsteins und dem Wasserstoff der Salzsäure Wasser, die Hälfte des Chlors der Salzsäure wird entbunden, die andere Hälfte mit dem Mangan zu Chlormangan sich vereinigen, welches in dem Wasser aufgelöst bleibt, (salzsaures Manganoxydul der ältern Ansicht). Es wird also nicht alles Chlor aus der entmischten Säure entwickelt; um dies aber doch zu bewerkstelligen, braucht man nur etwas Schwefelsäure hinzuzufügen, wodurch die Bildung von Chlormangan behindert wird. Man setzt zum Braunstein Wasser, Schwefelsäure, zuletzt in Portionen die Salzsäure hinzu; (das erzeugte Chlormangan kann zum Theil in der Kattundruckerei verwendet werden.)

Wendet man Kochsalz, (Seesalz, Steinsalz), Braunstein und verdünnte Schwefelsäure an, so ist der Hergang folgender: der Braunstein, Manganüberoxyd, tritt die Hälfte seines Sauerstoffgehalts ans Natrium des Kochsalzes ab, wodurch Natron sich bildet, welches mit der Schwefelsäure sich zu schwefelsauren Natron verbindet. Durch jenes Abgeben von Sauerstoff ist das Ueberoxyd zum Oxydul geworden, welches sich gleichfalls mit Schwefelsäure zu einem Salz verbindet; das im Kochsalz enthaltne Chlor wird gasartig entbunden. Der flüssige Rückstand enthält also schwefelsaures Natron und schwefels. Manganoxydul.

[Was die Kosten beider Prozesse betrifft, so ist bei Berechnung des Kostenpreises der Chlorbereitung nach der letztern Methode nicht außer Acht zu lassen, daß der Werth des schwefelsauren Natrons die Kosten zum Theil deckt, im Vergleich mit der Anwendung von Salzsäure zu gleichem Zweck, wobei nur Chlormangan erhalten wird. Bei wohlfeilem Salz ist die Anwendung desselben vortheilhafter, als die der Salzsäure, obschon dieselbe jetzt zu niedrigen Preisen zu haben ist.]

Um Chlorgas im Kleinen zu entwickeln, bedient man sich eines geräumigen Glaskolbens (weil die Masse steigt), und einer gekrümmten Gasröhre, (siehe Tafel I. Fig. 7.), verstreicht die Fugen mit

Thonkitt, oder Harzkitt mit Gyps gemengt, und fängt das Gas über Wasser auf, durch welches dasselbe von anhängender Salzsäure oder mit fortgerissener Schwefelsäure befreit wird. Im Großen gebraucht man entweder große Glaskolben, die in einem Sandbad erhitzt werden, oder irdne Entbindungsflaschen, welche durch freies Feuer geheizt werden, wie in Frankreich, (dürften leicht gesprengt werden), oder bleierne Entbindungsgefäße, mittelst Dampf geheizt.

Auf Tafel II. stellt Fig. 19 einen Chlorentbindungsapparat mit Dampfheizung dar, wie er in der Bleichanstalt des Herrn Fabrikenbesitzer *Dannenberger*, in Berlin, zur Darstellung des Chlorkalks im Gebrauch ist.

[*a* ist ein aus Blei gefertigtes Entbindungsgefäß von etwa 10 Kubikfuß Inhalt, welches cylindrisch gestaltet, aber mit einem weiten Hals *l* zum Eintragen der Ingredienzien versehen ist; um den Hals herum ist ein cylindrisches Gefäß angebracht, welches mit Wasser gefüllt wird und den Deckel *k* aufnimmt, der durch das Wasser und eine umgelegte Thonwurst gedichtet wird. Das Gefäß *a* selbst ist aus einem Stück gefertigt, wenn es aus zwei Stücken gearbeitet worden, muß es mit Blei, nicht mit Zinn, kalt vergossen werden, weil Chlor das Zinn gleich auflöst. Seitwärts ist ein gekrümmter bleierner Trichter *i* angebracht, um etwas Säure nachgießen zu können, auf der entgegengesetzten Seite ein Rohr *m*, zur Anbringung des Verbindungsrohrs *n*. Das Entwicklungsgefäß ist mit einem gusseisernen Mantel *b*, *b* umgeben, welcher auf einem Unterbau von Steinen ruht, und für die bleierne Abflußröhre *d* des Gefäßes *a* einen Ausschnitt hat, welcher durch ein besonderes Stück *c* geschlossen werden kann, denn sonst könnte das bleierne Gefäß nicht aus dem Mantel herausgehoben werden. Oben ist der Mantel mit einem Kranz, der an das Entbindungsgefäß angegossen ist, verschraubt, wodurch ein dichter Verschluss entsteht. *o*, *o* ist ein Gefäß aus Sandstein, in welchem Kalkmilch zur Bereitung des Chlorkalks sich befindet; in demselben ist eine Rührvorrichtung *p*, *p* mit kreuzweis gestellten Flügeln angebracht, die durch ein bleierne Sicherheitsrohr *q*, *q* hindurch geht, welches bis zur Mitte des Gefäßes herabreicht. Der hölzerne Deckel *r*, *r* wird durch kreuzweis gelegte Riegel, von welchen die obern durch Splinte *s*, *s* angedrückt werden, möglichst fest aufgetrieben, mit Thon ringsum verklebt; durch die Oeffnung bei *t* kann dann die Flüssigkeit abgelassen werden. Statt eines steinernen kann auch ein hölzernes Gefäß angewendet werden, denn trotz aller Vorsichtsmaßregeln ist der Sandstein dennoch porös. Man überzieht die Flächen mit einem Kitt von Harz, Terpentin und etwas Ziegelmehl.

Soll die Entbindung des Chlors geschehen, so werden die Ingredienzien, 100 Pfund Salz und 75 Pfund Braunstein fein gepulvert und gemengt durch die Oeffnung *l* eingeschüttet, darauf 150 Pfund mit gleichen Raumtheilen Wasser verdünnte Schwefelsäure, der Deckel *k* aufgesetzt und gedichtet, und, damit die Chlorentbindung nicht durch

eine zu heftige Einwirkung der Säure zu rasch vor sich gehe, wobei auch Salzsäure mit übergehen könnte und die Kalkflüssigkeit erhitzt würde, was nachtheilig ist, der Apparat durch Wasser abgekühlt. Dies geschieht also: bei *f* ist in dem Kranz des Mantels *b* eine mit einem Stöpsel verschließbare Oeffnung, diese wird geöffnet, worauf durch die Röhre *e* kaltes Wasser zugeleitet wird, welches den Zwischenraum zwischen Mantel und Entbindungsgefäß *h*, *h* anfüllt, und durch den Hahn *u* abgelassen werden kann. Das Gemeng in dem Gefäß *a* nimmt nämlich nur $\frac{1}{3}$, höchstens die Hälfte des Raums ein, weil sie in Folge der chemischen Zersetzung sich aufbläht und steigt; sie ist daher gänzlich mit Wasser umgeben und gekühlt. Ist so 8 bis 12 Stunden lang fortgefahren worden, so geht der Apparat 12 Stunden ohne Kühlung durch Wasser, und zuletzt 12 bis 14 Stunden lang durch Dampfbeizung, zu welchem Ende aus einem Dampfkessel durch das Rohr *g*, *g* Dampf in den Zwischenraum *h*, *h* geleitet wird. Ist der Prozess nach jener Zeit zu Ende, so wird durch das bleierne Rohr *d* der Rückstand abgelassen.

In dem Kalkgefäß *o*, *o* befinden sich 60 Pfund Kalk mit 700 Quart Wasser vermischt, so daß das Gefäß nur zu $\frac{2}{3}$ damit gefüllt ist; das Rohr *n*, welches das Gas aus dem Apparat leitet, darf nur höchstens 4 Zoll tief eintauchen, weil sonst die nöthige Spannung des Gases beträchtlich werden und es durch alle Fugen hervordringen würde. Die bleierne weite Sicherheitsröhre *q*, *q* dient dazu, daß die Flüssigkeit, wenn das nicht verschluckte Gas, welches sich über der Flüssigkeit ansammelt, eine höhere Spannung annimmt, dem Druck durch Aufsteigen in dem Rohr ausweichen könne. Nach Beendigung des Processes erhält man 600 Quart klare Chlorkalkflüssigkeit von 1,05 specif. Gewicht, und aus dem Kalkrückstand noch etwas durch Abspülen mit Wasser.

Die Entbindungsapparate werden nicht selten mit Rührvorrichtungen versehen, um das Anlegen der Mischung, besonders des Brünsteins wenn man mit Salzsäure arbeitet, zu vermeiden, und eine gleichmäßige Zersetzung zu bedingen. Aber ihr Nutzen ist sehr gering, denn, da sie aus Blei gefertigt werden müssen, und dieses wenig Festigkeit gewährt, so verbiegen sie sich leicht und machen überhaupt den Apparat zusammengesetzter und leicht undicht. Man kann, um die Masse recht locker zu machen, so daß sie von der Säure leichter durchdrungen wird, kleine Coaksstückchen zumengen, was mit sehr gutem Erfolg bereits geschieht. Man hat auch gerathen, das Chlorgas, bevor man es in die Flüssigkeit einströmen läßt, durch die es absorbirt werden soll, von anhängendem salzsauren Gas dadurch zu reinigen, daß man es durch eine mit Wasser gefüllte Mittelflasche durchtreibt. Dies ist aber, wenn man ein richtiges Verhältniß der zur Chlorbereitung erforderlichen Ingredienzien beobachtet, die anfänglich heftige Auseinanderwirkung mit kaltem Wasser mäßigt, überhaupt den Entwicklungsprozess

so langsam als möglich betreibt, ganz überflüssig, der Apparat wird nur dadurch unnöthig zusammengesetzt, erfordert eine größere Spannung des Gases, wovon Undichtheit desselben leicht die Folge wird. Da das Chlorhydrat in der Kälte krystallisirt, so muß man das bleierne Leitungsrohr nicht zu eng machen, weil es sich sonst verstopft, und im Winter dafür sorgen, daß die Temperatur im Arbeitslokal nicht zu sehr sich erniedrige.

Welter und Clément^{*)} haben Apparate zur Bereitung von Chlorwasser und Chlorkalk angegeben, welche zur Vermehrung der Oberfläche der Flüssigkeit gegen das Gas theils mit mehreren Scheidewänden versehen waren, *cuve à mousoir*, zwischen denen das Gas vom Boden des Gefäßes emporsteigen mußte, und die horizontalen Arme des Rührers sich hin und her bewegten, theils schlangenförmig gewundene Röhren angebracht waren, *cuve à serpentin*, mit vielen kleinen Oeffnungen versehen, um das Gas an sehr vielen Punkten zugleich ausströmen zu lassen. Alle diese künstlichen Apparate sind entbehrlich. — Abbildungen findet man in U. D. Plate I. Fig. 1. P. ch. E. Vol. II. Plate XX. Blachette Traité du blanchiment, Paris 1827. Planche II. pag. 154.

Will man nach beendigtem Zersetzungsprozeß die beiden schwefelsauren Salze im Rückstand scheiden, so setzt man kohlensauren Kalk, Kreide hinzu, welche das schwefelsaure Manganoxydul zerlegt, Gyps schlägt sich nieder sammt kohlensauren Manganoxydul, und Glaubersalz bleibt aufgelöst, welches auf Soda benutzt werden kann. Clément^{**)} hat einen zusammengesetzten Apparat angegeben, um das Glaubersalz rein von Mangansalz zu erhalten, indem er das aus Kochsalz und Schwefelsäure sich entbindende salzsaure Gas mit Braunsteinstücken in Berührung setzt, wobei Chlormangan sich bildet, und Chlorgas entweicht; (*Cascade productive et absorbante.*)

Das Chlorgas ist gelbgrün von Farbe, besitzt einen kratzenden, nicht sauren Geschmack, einen eigenthümlichen, sehr unangenehmen Geruch, belästigt die Lungen sehr stark wenn es mit atmosphärischer Luft in nicht ganz unbedeutender Menge gemengt eingeathmet wird, es macht Schnupfen, Husten, Kratzen im Halse, in etwas größerer Menge eingeathmet Brustbeklemmung, fast gänzlichen Stillstand der Athmungswerkzeuge, und kann rein geathmet sogleich tödten. Es ist deshalb die allergrößte Vorsicht nöthig, besonders bei der Darstellung des Chlors im Großen. Sein specifisches Gewicht ist 2,42, nach Berzelius 2,47; nach letzter Angabe wiegen 100 Kubikzoll 0,3915 pr. Loth, und 1 Kubikfuß 6,7675 Loth; Lichtbrechungsvermögen 2,623. Es ist nicht brennbar, in ihm können aber mehrere Körper bei der gewöhnlichen Lufttemperatur

^{*)} D. t. Tom. II. „Appareil.“ ^{**)} D. t. Tom. III. p. 151.

verbrennen, z. B. Phosphor, mehrere Metalle, als Kalium, Arsenik, Wismuth, Spiesglanz etc. Die Producte hievon sind Chlormetalle; ein Wachlicht brennt im Chlorgas fort, aber mit einer sehr rufenden rothen Flamme. Das Gas wird durch einen 4 bis 5 fachen Druck tropfbar, und bildet eine dunkel gelbgrüne Flüssigkeit, specifisches Gewicht 1,33; sie ist sehr flüchtig, läßt sich unter jenem Druck bei 33° destilliren.

[Um das Verbrennen der Metalle im Chlorgas zu zeigen, fülle man in Medicinflaschen in einer mit heißem Wasser gefüllten Wanne Chlorgas, und schütte die Metalle, fein gepulvert, mittelst eines Kartenblatts hinein, wobei eine helle Flamme erzeugt wird. Phosphor spießt man mit einem Draht an, und bringt ihn so ins Chlorgas.]

Das Chlorgas wird vom Wasser leicht absorbirt, bei 20° nimmt letzteres 1½ Raumtheile, ist es jedoch kälter, so nimmt es über 2 Volum auf. Im Kleinen bedient man sich zur Darstellung des Chlorwassers entweder mit kaltem Wasser gefüllter Flaschen, in welche man zu $\frac{1}{3}$ des Raums Chlorgas hineinläßt, dieselben sodann verkorkt und umschüttelt, oder besser eines *Woulfschen* Flaschenapparats, dessen Flaschen $\frac{1}{3}$ mit kaltem Wasser gefüllt werden; in der ersten ist aber dann ein durch Salz- (oder Schwefel-) Säure verunreinigtes Wasser, aus den oben angezeigten Gründen. (Vergleiche das Seite 32 über den Gebrauch des *Woulfschen* Apparats Gesagte.) Zur Darstellung im Großen bedient man sich des oben beschriebnen Apparats mit Rührvorrichtung.

Das Chlorwasser (flüssige oxydirte Salzsäure) ist grünlichgelb, je mehr Gas es enthält, desto dunkler ist die Farbe, riecht und schmeckt wie das Gas, spec. Gewicht 1,003; bei -2° setzen sich blaßgelbe Blättchen ab, Chlorhydrat, welche sehr flüchtig sind, und sich bei derselben Temperatur in verschlossnen Gefäßen sublimiren lassen; bei $+4^{\circ}$ werden sie in 28 Chlorgas und 72 Wasser zersetzt. Durchs Erwärmen entweicht das Gas aus dem Wasser, durch den Einfluß des Lichts wird ein Theil Wasser zersetzt, es erzeugt sich aus Chlor und Wasserstoff Salzsäure, und Sauerstoffgas wird frei; auch im Dunkeln scheint eine, aber sehr unbedeutende, Zerlegung statt zu finden(?), jedoch ohne Freiwerden von Sauerstoffgas; was sich dabei bildet, ob Wasserstoffüberoxyd (siehe oben Seite 107) oder etwas anderes, ist noch nicht ermittelt. Chlorwasser löst, ähnlich dem Goldscheidewasser, mehrere Metalle auf, so unter andern Gold, was man mit Blattgold beweisen kann.

Das Chlorgas und Chlorwasser, so wie die später zu erörternden chlorigsauren Salze der Alkalien und Erden, bleichen, d. h. sie zerstören die Farbestoffe des Pflanzen- und Thierreichs. Nur allein der Koh-

lenstoff wird dadurch nicht zerstört oder gebleicht. Berthollet lehrte 1785 Chlorwasser zum Bleichen der Leinwand und Kattune anwenden^{*)}. Bald darauf wurde zu Javelle bei Paris das Chlorkali, später das Chloratron, gefertigt. *Eau de Javelle, Lye of Javelle*; 1793 entdeckte Tennant das Verfahren Chlorkalk, *Chlorure de Chaux, Chloride of Lime, Bleaching Powder*, d. i. Bleichpulver, darzustellen, dessen man sich jetzt zum Bleichen der Waaren im Großen fast ausschließlich bedient, weil man gegen das Chlorwasser den Vortheil hat, daß 1) die Chlorkalkbereitung ergiebiger ist, weil Kalkmilch besser das Gas verschluckt, 2) die Chlorkalkauflösung weit weniger die Gesundheit der Arbeiter belästigt, als Chlorwasser, 3) kein Freiwerden von Salzsäure statt findet, welche auf die Festigkeit der Fäden der Gewebe nachtheilig wirkt. (Vergleiche den Artikel „Chlorkalk und Bleichen“).

Auf welche Weise bleicht das Chlor? Bereits vorn Seite 102 ist beim Bleichen mittelst Wasser erwähnt worden, daß es eine an Sauerstoff reichere Luft enthalte, als die gewöhnliche atmosphärische; daß der Sauerstoff derselben beim Bleichen besonders wirksam sein möchte. Beim Wasserstoffüberoxyd ist gelehrt worden, (Seite 107 u. 108) daß es alle organischen Substanzen, vermöge des großen Gehalts an Sauerstoff, welcher entwickelt wird und an die organischen Körper tritt, bleicht. Eine gleiche Bewandniß hat es auch mit dem Chlorwasser, und den Chlorverbindungen (chlorigsauren Salzen). Trocknes Chlorgas bleicht trockne Pigmente nicht^{**)}, sondern nur bei Vorhandensein von Wasser, welches zersetzt wird, wodurch Sauerstoff sich entbindet; dieser ist es, welcher die Bleichung bewirkt, welcher mit den Pigmenten farblose Verbindungen eingeht. Auf eine gleiche Art zerstört auch die Chromsäure den Indigo durch Abgeben von Sauerstoff, indem sie zu Chromoxydul wird.

[Um die Stärke des Chlorwassers zu ermitteln, d. h. den Gehalt an Chlorgas, bedient man sich des *Descroisilleschen* Verfahrens, weil *Aräometer* hiezu nicht angewendet werden können, da das spezifische Gewicht eines solchen Wassers, selbst im concentrirten Zustand (1,003) zu wenig von dem des reinen Wassers abweicht, und der geringste Gehalt an fremden aufgelösten Materien große Irrungen hervorbringen würde. *Descroisilles* lehrte eine Auflösung von Indigo feinsten Qualität in concentrirter Schwefelsäure bereiten, dieselbe mit Wasser verdünnen und diese dann als Reagens anwenden, um den relativen Chlorgehalt des Chlorwassers zu finden. (*Watt* bediente sich zu gleichem Zweck einer *Cochenillabkochung*). Man bereitet sich eine Indigo-

^{*)} *Du Blanchiment des Toiles et des Fils par l'acide muriatique oxygéné etc. Paris. 1789.*

^{**)} *Penot in D. p. J. Bd. 33. S. 447.*

auflösung aus 1 Theil gesiebttem Indigo und 9 Theilen concentrirter Schwefelsäure, indem man 6 bis 8 Stunden lang bei 100° die Auflösung wird mit 990 Theilen Wasser verdünnt. Von dieser verdünnten Auflösung schüttet man eine kleine Portion in eine duirte, mit einem Stöpsel versehene, Glasröhre, *Décolorimètre*, *Chimètre*, *Test-tube*, siehe Tafel I. Fig. 21, (das nöthige Quantum durch einen Strich und 0 Zeichen angedeutet), und sodann von diesem zu prüfenden Chlorwasser vorsichtig so viel hinzu, unter Umschütteln bei aufgesetztem Stöpsel, daß die blaue Farbe durch Grün hindurch eben braungelb geworden; nun sieht man zu, wie viel Chlorwasser den Graden des Instruments zufolge, man zugesetzt hat, um diese Färbung hervorzubringen. Je mehr man zugesetzen mußte, desto schwächer, je weniger desto stärker, concentrirter ist das Chlorwasser. Einige Vorsicht ist nöthig, um nicht zu viel Chlorwasser auf einmal zuzusetzen und so jenen Punkt nicht zu überschreiten. Der blaue Farbestoff Indigo wird nämlich durch das Chlor zerstört, nicht alle Bestandtheile desselben, wie *Berzelius* gezeigt hat, denn das in demselben enthaltene rothe und braune Pigment wird, besonders letzteres, gar nicht zerstört, sondern fällt in braunen Flocken, mit Salzsäure vereinigt, nieder. Daher kommt es auch, daß die Indigoprobe sehr relativ ist, indem eine Sorte viel, die andere wenig Indigoblau enthält, welches durch Chlor zerstört wird; übrigens haben auch die fremden im Indigo außerdem noch enthaltenen Substanzen, wie z. B. Pflanzenleim, welche auch durch Chlor zersetzt wird, Einfluß auf die Menge des zur Entfärbung nöthigen Chlorwassers. Es ist demnach durchaus nicht möglich, sich eine Indigoauflösung für längere Zeit in Vorrath zu machen, immer mit gleichem Reagens zu arbeiten; man muß sie in steinen Flaschen aufbewahren, indem durchs Licht der in der Säure aufgelöste Indigo sich entmischt, ausbleicht. Auffallende Verschiedenheiten in Resultaten zeigen sich, wenn man die Indigoauflösung einmal in Chlorwasser, das anderemal letzteres in erstere gießt; wenn man es langsam, ein anderesmal rasch mischt. Am besten ist es rasch zu sehen. Einem noch gegründeterem Tadel unterliegt die Anwendung von Cochenille, welche sehr ungleich in ihrem Gehalt an Pigment ist und sich in Abkochung nicht vorräthig aufbewahren läßt, da sie leicht sich zersetzt, fault; sie ist also ganz unpraktisch. — Vor einigen Jahren hat *Gay-Lussac**) ein sehr genaues Verfahren gelehrt, den Chlorgehalt des Chlorkalks zu prüfen, um den absoluten Gehalt finden zu können. Das Detail hiervon siehe unter dem Artikel „Chlorkalk.“ Man hat noch andere Methoden vorgeschlagen, z. B. *Morich* die Prüfung durch Mangan.]

*) V. d. G. 1825. S. 33. D. i. T. V. Artikel „Chlorométrie.“

**) D. p. J. Bd. 29. S. 41.

Chlorwasser und Chlorverbindungen sind angewendet worden zum Bleichen von Leinwand, (Leibwäsche, besonders in Krankenhäusern), Kattunen, (das Nähere hierüber beim Faserstoff), sowohl vor dem Bedrucken, als um später an bestimmten Stellen die gefärbten Zeuge zu bleichen, und an den entfärbten Stellen andere Farben aufzutragen; so wird das echte rothe Pigment des Krapps auf krappirten Zeugen abgezogen und stellenweis gebleicht^{*)}. Bandanofabrikation; zum Bleichen der Lampen zur Papierfabrikation, (des Halbzeugs), des Talgs zu Lichten, (des Wachses) etc. Für Wolle (Seide), Strohgeflechte hat Chlor keine Anwendbarkeit, da diese Substanzen selbst angegriffen und zersetzt werden.

Außer dem, daß das Chlor so mächtig bleicht, zerstört es auch manche schädliche Gasarten und Dünste, z. B. das Schwefelwasserstoffgas, Schwefelwasserstoff-Ammoniak, welches sich in Kloaken entwickelt, (siehe vorn Seite 180) auch die Miasmen, animalische Dünste, welche bei bösartigen Krankheiten sich erzeugen, und der Zimmerluft sich mittheilen; hiergegen ist kein Mittel tauglicher befunden worden, als Chlorgas. Der erste, welcher dieses Mittel empfahl, war Guyton de Morveau^{**)}, er nannte es *Fumigation oxymuriatique*, Räucherung mit oxydirter Salzsäure. Um Leibwäsche und Bettzeug in Lazarethen von Kranken, die an ansteckende Krankheiten litten, zu reinigen, ist nichts sicherer als Chlorkalk-, oder besser Chlornatronauflösung; eben so ist es auch ein vortreffliches Mittel die stinkenden Ausflüsse faulender organischer Materien zu zerstören. So hat Labarraque^{***)} mittelst Chlorkali, Chlornatron den Gestank aus den Darmsaitenfabriken gebannt, die stinkenden Fischkörbe in den pariser Fischhallen gereinigt, daß aller Geruch verschwunden^{†)}, wozu noch wohlfeiler Chlorkalk anwendbar ist. Man kann sich also dieses kräftigen, sicher wirkenden und wohlfeilen Mittels in allen Fällen bedienen, wo durch Zersetzung organischer Materien stinkende Gase oder Flüssigkeiten sich erzeugen und die Luft verpesten, als wie z. B. in Weißgerbereien, Leimsiedereien, Stärkefabriken, auf anatomischen Sälen zum Abwaschen der Leichen, desgleichen der Krippen und Raufen, an denen Pferde gestanden, die mit der Rotzkrankheit behaftet waren, etc.

Chlor verbindet sich mit Sauerstoff in 4 Verhältnissen, es bildet 2 Oxyde und 2 Säuren.

^{*)} Das Nähere hierüber, und Abbildung eines Apparats, um mittelst der hydraulischen Presse und eines eignen Druckwerks viele Stücke Kattun auf einmal stellenweis auszubleichen, siehe in den V. d. G. 1824. S. 201. P. ch. E. Vol. I. p. 298.

^{**) G. A. Bd. 9. S. 357. ^{***)} D. t. Tom. III. Artikel „Boysaudier.“}

^{†)} D. p. I. Bd. 17. S. 384.

[1) Chloroxydulgas, *Oxide de Chlore, Oxid of Chlorine, Eu chlorine*^{*)}, von Davy 1811 entdeckt, wird dadurch erhalten, daß man chloresaures Kali mit 2 Theilen Salzsäure und Wasser gelind erhitzt und das Gas über Quecksilber auffängt; das Quecksilber absorbiert in einiger Zeit das zugleich mit entbundne Chlorgas. Die Zersetzung geschieht so: es verbindet sich der Sauerstoff der Chlorsäure und des Kalis sowohl mit dem Wasserstoff der Salzsäure zu Wasser, als auch mit einem Antheil Chlor der Salzsäure zu Chloroxydulgas, das übrige Chlor aus dieser Säure wird frei; Chlorkalium bleibt im Rückstand.

Das Chloroxydulgas besitzt eine dunkle Chlorfarbe, riecht dem Chlor zugleich gebranntem Zucker ähnlich, erstickend, röthet Lackmuspapier auch im trocknen Zustand und bleicht es aus, spezifisches Gewicht 2,417; es besteht aus: 81,57 Chlor und 18,43 Sauerst., oder aus 2 Vol. Chlgas und 1 Vol. Sstgas; zersetzt sich bei der Blutwärme (34 bis 40°) unter heftigem Knall und Lichtentbindung in seine Bestandtheile und dehnt sich dabei um $\frac{1}{2}$ seines Raums aus; Kohlen glühen darin fort, Phosphor giebt mit demselben in Berührung eine lebhafte Explosion; Wasser nimmt 8 bis 10 Raumtheile auf, wird gelb gefärbt, erhält einen fast säuerlichen Geschmack, und bleicht mächtig.

2) Chloroxydgas, chlorige Säure *Berzelius, Oxide de Chlore, Oxid of Chlorine*, von Davy und Stadion 1814 entdeckt, erhält man durch Zersetzung des geschmolzenen (wasserfreien) chloresauren Kalis mittelst $3\frac{1}{2}$ concentrirter Schwefelsäure und $\frac{1}{2}$ Theil Wasser; man giebt 50 bis 60° Wärme, fängt das Gas im Quecksilberapparat auf. Die Schwefelsäure treibt die Chlorsäure zum Theil aus, die abgeschiedene Säure entmischt sich aber, aus Mangel an der gehörigen Wassermenge die zu ihrem Bestehen erforderlich ist, in Chloroxyd und Sauerstoff, welcher letztere an den andern Theil der mit Kali verbunden gebliebenen Chlorsäure tritt, und so oxydirte Chlorsäure erzeugt. Im Rückstand bleiben schwefelsaures und oxydirt chloresaures Kali.

Das Chloroxydgas hat eine dunkelgelbe Farbe, riecht sehr stark, aber verschieden vom Chlorgeruch, erzeugt, wie das vorige, auch Husten und Schnupfen, bleicht trocknes Lackmuspapier nicht, wohl aber feuchtes; spezifisches Gewicht 2,74, wird durch verstärkten Druck und Kälte tropfbar flüssig, und besteht aus: 59,6 Chlor und 40,4 Sauerst., oder aus 2 Vol. Chlgas und 3 Vol. Sstgas. Es wird durchs Sonnenlicht in seine Bestandtheile zerlegt, wobei sich das Volum um $\frac{1}{2}$ erweitert, dieselbe Zersetzung tritt auch durch eine Erwärmung auf 100° und durch elektrische Funken ein, wobei eine Feuererscheinung und Explosion; Schwefel und Phosphor bringen dieselben Phänomene hervor. Wasser nimmt an 7 Raumtheile des Gases auf, wird dadurch dunkel gelb und erhält die Eigenschaft stark zu bleichen. Die chlorige Säure verbindet sich

^{*)} d. h. schön grün.

nicht direct mit den Basen, sondern sie zerfällt sich in Berührung mit denselben in Chlor und Chlorsäure; es werden die chlorigenen Salze nur auf indirectem Weg erhalten, siehe beim „chlorigenen Kali.“]

3) Chlorsäure, überoxydirte Salzsäure. *Acide chlorique, Ac. surrétique hyperoxygéné. Chloric acid, Hyperoxygenized muriatic acid*: Berthollet entdeckte 1786 die Salze dieser Säure. Gay-Lussac schied sie 1814 zuerst ab. Man stellt sie dar aus chlorsaurem Kali mittelst Kieselflußsäure, wodurch sich (kieselflußsaures Kali) Fluor-Silicium-Kalium erzeugt, welches in Chlorsäure unlöslich ist, und flüssige Chlorsäure. Auch durch Zerlegung des chlorsauren Baryts (diesen bereitet man aus chlorsaurem Kali und salzsaurem Baryt) mittelst verdünnter Schwefelsäure durch eine Destillation; die wässrige Säure kann durch vorsichtiges Abdampfen concentrirt werden. (Die Theorie der Bildung von Chlorsäure bei der Bereitung des chlorsauren Kalis).

Die Chlorsäure kennt man nur im wasserhaltenden Zustand, es ist eine farblose, öltartig dicke Flüssigkeit, von einem sauren, etwas scharfen Geschmack, geruchlos. Lackmuspapier röthend, ohne es zu bleichen, läßt sich mit geringer Entmischung destilliren, und besteht aus: 46,95 Chlor und 53,05 Sauerst., oder aus 2 Vol. Chlgas, und 5 Vol. Sstgas. Sie wird durchs Sonnenlicht wenig zersetzt, schnell durch Salzsäure, schweflige, phosphorige Säure, Phosphor- und Schwefelwasserstoffgas, indem sie Sauerstoff abtritt. Sie giebt mit den Basen chlorsaure Salze, *Chlorates*, welche in Wasser und Alkohol löslich, durch Hitze entmischt werden, Sauerstoffgas entbinden, wobei Chlormetalle zurückbleiben; mit brennbaren Körpern gemengt geben sie, wenn man die Mischung erhitzt, stark drückt, einen heftigen Knall unter Feuererscheinung, indem das Chlor gasförmig entweicht; (beim chlorsauren Kali mehr davon).

[4) Oxydirte Chlorsäure, *Acide perchlorique, Orychloric acid*, von Stadion 1814 entdeckt, wird an Kali gebunden bei dem unter 2) beschriebenen Prozeß erhalten; die dabei rückständige Salzmasse wird in heißem Wasser aufgelöst, krystallisirt, wobei sich zuerst das oxydirt chlorsaure Kali abscheidet, welches dann mittelst Schwefelsäure durch Destillation zersetzt wird.

Diese Säure ist im wasserhaltenden Zustand eine farblose Flüssigkeit, geruchlos, schmeckt rein sauer, röthet Lackmuspapier, ohne zu bleichen und besteht aus: 38,73 Chlor und 61,27 Sauerst., oder aus 2 Vol. Chlgas und 7 Vol. Sstgas, sie wird durch jene unter 3) genannten Säuren, so wie durchs Sonnenlicht, nicht zersetzt, gehört zu den starken Säuren, bildet oxydirt chlorsaure Salze, *Perchlorates, Orychlorates*, welche durchs Erhitzen mehr Sauerstoffgas entbinden, als die chlorsauren

der Wärme. Da jedoch bei einem solchen Apparat mehr Gas ckelte wird, als das vorgeschlagene Wasser, unter den obwaltenden Umständen, zu absorbiren vermag, so ist eine Sicherheitsröhre nothwendig, welche dasselbe in ein offenes Gefäß mit Wasser ableitet. Zwecksiger ist der *Woulfsche* Apparat, in dessen erster Flasche eine reine Säure sich bildet, die übrigen enthalten die reinere. Die Lage muß durch Auftropfen von kaltem Wasser stets abgekühlt werden, denn sie wird bald sehr heiß.

Darstellung im Großen. Man bediente sich in der ältern Zeit die Fabrikation der englischen Schwefelsäure so ausgedehnt war in der neuern, zur Darstellung der Salzsäure sowohl des calcinirten vitriols, als auch des Thons. Man mischte 7 Theile calcinirten vitriol mit 4 Theilen Salz in irdnen Retorten, gab Hitze, wodurch Vitriol Schwefelsäure entbindet, welche das Salz zersetzt. Von nahm man 8 bis 10 mal so viel, als Salz, mischte beide getrocknet zusammen, machte mittelst Wasser einen steifen Brei, daraus kugeln, welche man getrocknet calcinirte. Hier wirkt die Kieselsäure Thons zerlegend auf das Salz unter Mithülfe des vorhandenen Wassers, welches zersetzt wird, kieselbares Natron wird erzeugt, und das salzsaure Gas entweicht in die mit Wasser gefüllten Vor-

Jetzt bedient man sich vorzugsweise der Schwefelsäure zu dem Zweck. Man destillirt salzsaures Natron mit Schwefelsäure entweder in großen gläsernen Retorten, welche jedesmal verloren gehen, oder in Rückstand der Destillation, schwefelsaures Natron, so fest an den Retorten haftet, daß man es nicht anders ablösen kann, als durch Schlagen der Retorten, und legt einfache gläserne Vorlagen mit Wasser gefüllt vor, welche lutirt werden; oder man wendet eiserne Destillationsgeräthschaften an. Auf Salinen bedient man sich der Salzlauge, welche hauptsächlich Chlormagnesium und Chlorcalcium enthält, destillirt mit Schwefelsäure, und gewinnt Salzsäure und schwefelsaure Magnesia als Nebenproduct.

In England bedient man sich eiserner Destillirblasen mit Helm und Helmrohr, welcher erster zum Einfüllen der Schwefelsäure eine fest zu verschließende Oeffnung hat; die Entwicklung der Säure geschieht auf die Art, daß man auf 5 Theile Salz 4 Theile concentrirte Schwefelsäure anwendet, anfänglich ohne alle Wärme, so wie die Entwicklung langsamer erfolgt, giebt man allmählig steigende Hitze. Helmrohr geht in eine irdne Flasche mit 2 Hälsen, und aus dieser irdnes Rohr in eine zweite, dritte, dann endlich eine Ausführung für das nicht condensirte Gas in einen Wasserbehälter; die Flaschen werden zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Es dürfte auffallend erschein-

daß Gufseisen der Einwirkung der Schwefel- und Salzsäure widersteht; doch ist es also; concentrirte Schwefelsäure, starke Salzsäure greifen Eisen in der Rothglühhitze sehr unbedeutend an, während sie es ohne Erhöhung der Temperatur weit stärker auflösen. Sodann bildet sich auch innerlich eine Kruste von Eisenoxyd, welche der Einwirkung der Säuren bedeutend widersteht. Statt eiserner Destillirblasen hat man in Frankreich eiserne Cylinder angewendet.

[Tafel IV. Fig. 1 zeigt den Salzsäuredestillationsofen im Längen- und Fig. 2 im Querdurchschnitt. *a* der Rost, *b* der Feuerraum, in welchem je 2 cylinderförmige, gufseiserne Retorten *d*, *d* neben einander liegen. Sie sind 1,65 Mèter lang, 0,5 Mèter im Durchmesser, und 0,03 M. im Metall stark; sie fassen 80 Kilogramme Salz ($1\frac{3}{4}$ Centner). *e* der Aschenfall, *e*, *e* gufseiserne Deckel zum Verschluss der beiden offenen Enden des Cylinders, *f* eine Röhre in dem hintern Deckel, um die Säure einzufüllen, *g* ein anderes Rohr in dem vordern, um das irdne, gekrümmte Gasrohr einbringen zu können. *i* die 3hälsige irdne Flasche (*bonbonne*), *k* eine Sicherheitsröhre, *l* ein Rohr zur Verbindung mit der zweiten Flasche. *m*, *m* etc. Züge, *n* der Schornstein.]

Nachdem das Salz eingetragen und Feuer angezündet worden, werden 80% conc. Schwefelsäure oder 83,25% einer Säure von 64° B. (etwa 1,80) mittelst eines gebognen bleiernen Trichters durch die Oeffnung *f* eingebracht. Die 3hälsigen Flaschen stehen entweder so mit einander in Verbindung, wie beim *Woulfschen* Apparat, oder so, daß alle Flaschen der vordersten Reihe unter einander verbunden sind, und die letzte am einen Ende mit der ersten der hintern Reihe communicirt, welche gleichfalls alle unter einander durch Röhren verbunden sind. Sie sind sämtlich zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Ist es irgend ausführbar, so muß man die Flaschen der ersten Reihe in Wasser eintauchen lassen, welches in entgegengesetzter Richtung, als das Gas durch dieselben hindurchzieht, langsam zuströmt. In den Flaschen der ersten Reihe wird eine minder reine, Schwefelsäure, Chloreisen, auch etwas schwefelsaures Natron enthaltende Salzsäure, dagegen in den der zweiten eine reinere Säure sich ansammeln. Man gewinnt auf diese Art von 100 Theilen Seesalz 130 Theile Salzsäure von 1,19 specifischem Gewicht, oder 23° B.; das erhaltne schwefelsaure Natron darf kein unzersetztes Salz enthalten, und beträgt im krystallisirten Zustand 208 bis 210 Theile. Die Säure wird dann in große irdne Flaschen mit Schraubenstöpseln gefüllt, luftdicht verschlossen, in Körben mit Stroh wohl verpackt in den Handel gebracht. *) Das als Nebenproduct hiebei ge-

*) D. r. T. I. p. 88. Abb. das. u. in *Brande's Man. of chemistr.* Vol. I. p. 354.

vonnene schwefelsaure Natron wird oft auf Soda oder kohlensaures Natron verarbeitet, zu welchem Bedarf obige Zersetzung des Kochsalzes durch Schwefelsäure in großen Massen in Frankreich betrieben wird. Man ließ das salzsaure Gas auch zum großen Theil in die Luft entweichen, was zu vielen Rechtsstreitigkeiten Anlaß gegeben, da dieses die Vegetation zerstört und der Gesundheit nachtheilig ist.

[Die Apparate, deren man sich, außer den gußeisernen Cylindern bediente, findet man im *Dictionnaire technologique* a. a. O. angegeben.]

Die gewöhnliche im Handel vorkommende Salzsäure ist verunreinigt 1) durch Schwefelsäure, 2) schwefelsaures Natron, 3) Chloreisen durch Chlorgas, 5) schweflige Säure, 6) durch hineingefallene organische Körper (Stroh, Kork, etc.) bräunlich gefärbt. Die ersten beiden Verunreinigungen sind die Folge einer raschen Entwicklung des salzsauren Gases; man kann sie durch Anwendung eines Flaschenapparates möglichst vermeiden, indem sich dieselben in der ersten Flasche vom Gas trennen, so daß die zweite und dritte eine reinere Säure enthalten. Chloreisen kommt sowohl von einem Eisengehalt des Salzes, als von dem etwa angewendeten Eisenvitriol, oder dem eisernen Apparat her, auch dieses wird sich nur in der Flüssigkeit der ersten Flasche finden. Chlorgas rührt von einem Gehalt an Salpetersäure in der angewendeten Schwefelsäure her, indem durch jene etwas Salzsäure zerlegt und Chlor frei wird. Man entdeckt den Chlorgehalt dadurch, man klebt kleine Stückchen Blattgold in die Säure bringt, und beobachtet ob sie verschwinden, oder nicht, vergleiche oben Seite 200. Einen Gehalt an schwefligsaurem Gas, durch Zersetzung eines Theils Schwefelsäure mittelst organischer Stoffe erzeugt, entdeckt man durch Sulfidwasserstoffwasser, welches dadurch zersetzt wird, Schwefelmilch bildet sich ab, indem aus dem Wasserstoff des Schwefelwasserstoffes und dem Sauerstoff der schwefligen Säure sich Wasser bildet, Schwefel frei wird. Einen Gehalt an Schwefelsäure entdeckt man mittelst salzsaurem Baryt; schwefelsaures Natron durchs Abdampfen der Salzsäure, wobei ersteres im Rückstand bleibt; man erkennt es durch Crystallisation und Verhalten gegen Barytsalz und Weinsäure. Chloreisen färbt die Salzsäure citronengelb, und wird durch chemisch reines blausaures Eisenkali entdeckt, wodurch eine Grünfärbung und ein blauer Niederschlag entsteht, oder durch hydrothionsaures Ammoniak, durch welches ein schwarzer Niederschlag entsteht, erster Berlinerblau, letzter Schwefeleisen.

Um chemisch reine Säure darzustellen, muß man einen Glasapparat und destillirtes Wasser anwenden, das Destillat über $\frac{1}{2}$ Kochsalz rectificiren, um die anhängende Schwefelsäure an Natron zu binden; die letzten Spuren entfernt man mittelst salzsaurem Baryt.]

Die tropfbar flüssige Salzsäure ist im reinsten Zustand farblos, nur ein wenig gelblich, von hineingefallenen organischen Stoffen, oder

einem geringen Gehalt an Chlor, stüßt an der Luft dicke weiße, sehr stechend riechende, saure Dämpfe aus, indem stets ein Antheil salzsaures Gas entweicht und den in der Luft enthaltenen Wasserdampf condensirt: specifisches Gewicht der concentrirtesten 1,21 K. Dory. 1,206 Thénard. Sie hat einen sauren, ätzenden, etwas bitterlichen Geschmack, zerört vegetabilische, weniger thierische Materien, und kann durch Wasser in jedem Verhältniß verdünnt werden. K. Dory und Cre*) haben Tabellen über den relativen Gehalt einer Säure von verschiedenem specifischen Gewicht an trockenem salzsauren Gas geliefert, welche beide hier folgen. Die im Handel vorkommende Salzsäure hat ein specifisches Gewicht von 1,09, 1,12, 1,15, 1,18. Die concentrirteste Säure kocht sehr leicht bei wenigen Graden über der Temperatur, bei welcher sie dargestellt wurde, es entweicht so lange salzsaures Gas, bis sie auf eine Dichtigkeit von 1,09 herabgekommen ist, welche nach Dalton bei 10° kocht und unverändert sich destilliren läßt.

T a b e l l e n

über die relative Dichtigkeit der flüssigen Salzsäure und den Gehalt derselben an salzsauren Gas.

1) Von Cre.

Säure von 1,20 in 100 Theil.	Specif. Gewicht	Chlor- gehalt	Salzsaure Gas	Säure von 1,20 in 100 Theil.	Specif. Gewicht	Chlor- gehalt	Salzsaure Gas
100	1,2000	39,675	40,777	80	1,1620	31,746	32,621
99	1,1982	39,278	40,369	79	1,1599	31,343	32,213
98	1,1964	38,882	39,961	78	1,1578	30,946	31,805
97	1,1946	38,485	39,554	77	1,1557	30,550	31,398
96	1,1928	38,089	39,146	76	1,1536	30,153	30,990
95	1,1910	37,692	38,738	75	1,1515	29,757	30,582
94	1,1892	37,296	38,330	74	1,1494	29,361	30,174
93	1,1875	36,900	37,923	73	1,1473	28,964	29,767
92	1,1857	36,503	37,516	72	1,1452	28,567	29,359
91	1,1846	36,107	37,108	71	1,1431	28,171	28,951
90	1,1822	35,707	36,700	70	1,1410	27,772	28,544
89	1,1802	35,310	36,292	69	1,1389	27,376	28,136
88	1,1782	34,913	35,884	68	1,1369	26,979	27,728
87	1,1762	34,517	35,476	67	1,1349	26,583	27,321
86	1,1741	34,121	35,068	66	1,1328	26,186	26,913
85	1,1721	33,724	34,660	65	1,1308	25,789	26,505
84	1,1701	33,328	34,252	64	1,1287	25,392	26,098
83	1,1681	32,931	33,845	63	1,1267	24,996	25,690
82	1,1661	32,535	33,437	62	1,1247	24,599	25,282
81	1,1641	32,136	33,029	61	1,1226	24,202	24,874

*) Dory's und Cre's Tabellen in U. D. pag. 58, 59.

Säure von 1,20 in 100 Theil.	Specif. Gewicht	Chlor- gehalt	Salzsäu- res Gas	Säure von 1,20 in 100 Theil.	Specif. Gewicht	Chlor- gehalt
60	1,1206	23,805	24,466	30	1,0597	11,963
59	1,1185	23,408	24,058	29	1,0577	11,508
58	1,1164	23,012	23,650	28	1,0557	11,109
57	1,1143	22,615	23,242	27	1,0537	10,712
56	1,1123	22,218	22,834	26	1,0517	10,316
55	1,1102	21,822	22,426	25	1,0497	9,919
54	1,1082	21,425	22,019	24	1,0477	9,522
53	1,1061	21,028	21,611	23	1,0457	9,126
52	1,1041	20,632	21,203	22	1,0437	8,729
51	1,1020	20,235	20,796	21	1,0417	8,332
50	1,1000	19,837	20,388	20	1,0397	7,935
49	1,0980	19,440	19,980	19	1,0377	7,538
48	1,0960	19,044	19,572	18	1,0357	7,141
47	1,0939	18,647	19,165	17	1,0337	6,745
46	1,0919	18,250	18,757	16	1,0318	6,348
45	1,0899	17,854	18,349	15	1,0298	5,951
44	1,0879	17,457	17,941	14	1,0279	5,554
43	1,0859	17,060	17,534	13	1,0259	5,158
42	1,0838	16,664	17,126	12	1,0239	4,762
41	1,0818	16,267	16,718	11	1,0220	4,365
40	1,0798	15,870	16,310	10	1,0200	3,968
39	1,0778	15,474	15,902	9	1,0180	3,571
38	1,0758	15,077	15,494	8	1,0160	3,174
37	1,0738	14,680	15,087	7	1,0140	2,778
36	1,0718	14,284	14,679	6	1,0120	2,381
35	1,0697	13,887	14,271	5	1,0100	1,984
34	1,0677	13,490	13,863	4	1,0080	1,588
33	1,0657	13,094	13,456	3	1,0060	1,191
32	1,0637	12,697	13,049	2	1,0040	0,795
31	1,0617	12,300	12,641	1	1,0020	0,397

2) Nach E. Davy.

(bei + 7,22° C. = 45° F.)

Specif. Ge- wicht	Salzsäu- res Gas Procente	Specif. Ge- wicht	Salzsäu- res Gas Procente	Specif. Ge- wicht	Salzsäu- res Gas Procente	Specif. Ge- wicht
1,21	42,43	1,15	30,30	1,09	18,18	1,04
1,20	40,80	1,14	28,28	1,08	16,16	1,03
1,19	39,38	1,13	26,26	1,07	14,14	1,02
1,18	36,36	1,12	24,24	1,06	12,12	1,01
1,17	34,34	1,11	22,30	1,05	10,10	
1,16	32,32	1,10	20,20			

Man bedient sich der Salzsäure in der Technik zu ver-
zwecken, zur Bereitung von Metallaufösungen (salzsaures Zin-

(Chlorzinn, Chloreisen (Salzsäure löst auch Zink auf), zum Schönen der Farben; zur Darstellung des Goldscheidewassers, oder Königswassers, des Chlors, der Gallert aus Knochen. Bringt man Salzsäure mit Basen in Berührung, so zersetzen sich beide gegenseitig und es entsteht ein Chlormetall und Wasser, jedoch werden hierdurch nur die niedern Chlorstufen der Metalle erhalten, nicht die höhern, mit Chlor gesättigten, welche man nur mittelst Königswasser oder Chlorgas darstellen kann. Die sogenannten *salzsauren Salze*, *Muriates*, *Hydrochlorates*, sind also nicht eigentlich aus Salzsäure und Basen bestehend, sondern sind Chlormetalle sowohl mit chemisch gebundenem Wasser, als auch ohne dasselbe; sie lösen sich in Wasser, in Alkohol auf, und zerlegen nur dann das Wasser, wenn sie mit stärkern Säuren behandelt werden, nur erst dann entwickelt sich Salzsäure aus ihnen, wogegen ein ganz trocknes Chlormetall (Chlornatrium) mit trockner Schwefelsäure keine Salzsäure liefert, vergleiche oben Seite 207. Die *basisch salzsauren Salze* sind als Verbindungen eines Chlormetalls mit Metalloxyd zu betrachten; *saure salzsaure Salze* giebt es nicht.

Mischt man Salz- und Salpetersäure, so erhält man das sogenannte Königswasser, Goldscheidewasser, *Fau régale*, *Aqua Regia*, welches seinen Namen dem Umstand verdankt, daß es Gold, den König der Metalle bei den Alchemisten, auflöst; man nennt dasselbe auch wohl Salpeter-Salzsäure, *Acide nitro-muriatique*, *Ac. hydro-chloronitrique*, *Nitro-muriatic acid*. Die quantitativen Verhältnisse beider Säuren werden theils durch ihre specifische Dichtigkeit und Stärke, theils durch Verschiedenheit der Anwendung, welche man von dem Gemisch machen will, bestimmt.

Beim Zusammenmischen erfolgt eine Zersetzung: der Wasserstoff der Salzsäure verbindet sich mit einem Theil des Sauerstoffs der Salpetersäure zu Wasser, Chlor wird entwickelt, salpetrige Säure erzeugt; diese letztern bleiben an dem Wasser, welches beide flüssigen Säuren mit sich führen, gebunden, und die gegenseitige Zersetzung jener Säuren schreitet auch nur so weit vor, bis das Wasser derselben mit Chlor gesättigt ist. Ist dies erreicht, so bleibt der Rückstand von beiden im Gleichgewicht, so lange unzersetzt, bis das in der Flüssigkeit vorhandne Chlor ausgetrieben wird. — Was die Verhältnisse betrifft, in welchen beide Säuren gemischt werden, so nimmt man auf 1 Theil Salpetersäure 3, 4, ja wohl 6 Theile Salzsäure, indem in gewissen Fällen ein Ueberschuß an Salzsäure förderlich ist, namentlich bei der Auflösung von Zinn, (Eisen, Zink).

In frühern Zeiten stellte man das Königswasser auch so dar, daß man Kochsalz, oder Salmiak, in Salpetersäure (Scheidewasser) auflöste;

dieses Verfahren wird auch wohl jetzt noch in einzelnen Fällen angewendet. Wenn Chlornatrium oder Chlorammonium in Salpetersäure geschüttet werden, so wird ein Theil der Säure zur Oxydation des Natriums zu Natron, oder zur Umwandlung des Ammoniums in Ammoniak verwendet, wodurch auch salpetrige Säure entsteht, der andre Theil bildet mit den Basen salpetersaure Salze, welche aufgelöst bleiben, Chlor endlich wird abgeschieden. Da man meist zur vollkommenen Entmischung jener Salze nicht Salpetersäure genug anwendet, so bleiben proportionale Quantitäten jener unzersetzt aufgelöst. Auf 1 Theil Salmiak nimmt man 2 bis 3 Theile Salpetersäure, auf Kochsalz etwas weniger. — Obschon dieses Verfahren, namentlich bei Anwendung des Salmiaks, nicht eben wohlfeil ist, indem Salzsäure wohlfeiler, so gewährt es doch in gewissen Fällen, namentlich beim Auflösen des Zinn zur Zinnsolution den Vortheil, daß das erzeugte Chlorzinn sich mit noch unzersetzt vorhandenem Salmiak verbindet, welche Verbindung durch Wasser nicht so leicht zersetzt wird, als reines Chlorzinn, auch durch den Sauerstoff der Luft nicht so schnell verändert wird. (Endlich hat man auch Salpeter, d. i. salpetersaures Kali, in Salzsäure aufgelöst, um Königswasser darzustellen; hier erzeugt sich Chlorkalium, salpetrige Säure, Wasser, und Chlor wird entwickelt.)

Das Königswasser hat eine gelbe Farbe, riecht nach Chlor und salpetriger Säure, jedoch nur dann ausgezeichnet, wenn man beide Säuren in concentrirtem Zustand vermischte; im Fall es überschüssige concentrirte Salzsäure enthält, raucht es. Es besitzt einen sehr ätzenden Geschmack, entbindet beim Erwärmen eine Menge salpetrigsauren Dampf und Chlorgas, färbt sich dunkler. Es löst, schon ohne künstliche Temperaturerhöhung, fast alle Metalle auf, mit Ausnahme von Chrom, Titan, Tantalum, Osmium, Rhodium, Iridium; die beiden letztern, besonders das Rhodium, sehr beträchtlich, lösen sich mit Platin in Verbindung etwas auf. Silber löst sich nicht im Königswasser, wird aber doch mit dem Chlor desselben sich zu unauflöslichen Chlorsilber verbinden. Die übrigen Metalle geben, indem sie sich, unter Entweichen von salpetriger Säure, mit dem Chlor des Königswassers verbinden, auflösliche Chlormetalle mit der größten Menge Chlor, wie z. B. Eisen, Zinn; Gold und Platin werden vorzugsweise nur von dieser Flüssigkeit, nicht von Salzsäure oder Salpetersäure allein aufgelöst, obschon Gold auch von Selensäure, und Gold und Platin von einem Gemisch der Selen-, der Hydrobrom- und Salpetersäure aufgelöst werden. Auf jener Eigenschaft des Königswassers Gold, aber nicht Silber aufzulösen, beruht der Name Goldscheidewasser, weil man dadurch Silber von Gold scheiden kann. Daß es das Chlor ist, welches die Metalle auflöst und nicht die

salpetrige Säure, ist dadurch erwiesen, daß auch das gewöhnliche Chlorwasser Metalle, selbst Gold auflöst (vergl. oben Seite 200). Schwefel, Phosphor, Selen, Bor, Kohlenstoff wirken auf das Königswasser gleichfalls entmischend, und zwar auf die salpetrige Säure desselben, indem sie sich oxydiren; deshalb gebraucht man auch dasselbe, um Schwefelmetalle zu zersetzen.

Das Königswasser wird in der Technik vorzüglich zum Auflösen von Gold, Platin, Zinn gebraucht. Man erhält eine ähnliche goldauflösende Flüssigkeit, wenn man Salzsäure mit Chromsäure mischt, wobei Wasser, Chlorchrom und Chlor resultiren.

Chlor verbindet sich auch mit Kohlenstoff, Kohlenstoffoxyd, Kohlenwasserstoff. Es giebt folgende Verbindungen:

[1] Chlorkohlenstoff mit der größten Menge Chlor, *Perchlorure de Carbone*, *Perchloride of Carbon*, 1820 von *Faraday* entdeckt, erhält man durch Vereinigung des Chloräthers mit Chlorgas, indem man das Gemisch dem Sonnenlicht aussetzt; es bildet sich nämlich salzsaures Gas, welches entweicht, und Chlorkohlenstoff bleibt zurück, welcher durch Sublimation oder Auflösung und Umkrystallisiren gereinigt wird.

Er krystallisirt in farblosen Säulen, ist durchsichtig, specifisches Gewicht fast 2,0, Lichtbrechungsvermögen 1,5767, riecht kampherähnlich, aromatisch, ist fast geschmacklos, leitet nicht die Elektrizität, verflüchtigt sich bei der mittlern Lufttemperatur langsam, schmilzt bei 160°, kocht bei 182° und besteht aus: 89,67 Chlor und 10,33 Kohlenst., oder aus 3 Vol. Chlgas und 1 Vol. Kstdampf; löst sich nicht in Wasser, aber leicht in Alkohol und Aether, ätherischen und fetten Oelen auf, (Aehnlichkeit mit Kampher und ätherischem Oel), verbrennt bei 200° im Sauerstoffgas, erzeugt mit Wasserstoffgas in der Glühhitze salzsaures Gas. Metalle entziehen ihm in der Hitze das Chlor, verbinden sich damit und Kohlenstoff wird ausgeschieden; Schwefel, Phosphor, Jod verbinden sich mit demselben.

2) Chlorkohlenstoff mit der geringern Menge Chlor, *Protochlorure de Carbone*, *Protochloride of Carbon*, von Demselben entdeckt, wird dadurch erhalten, daß man die erste Verbindung durch glühende mit Porzellänstücken gefüllte Röhren treibt, wobei Chlorgas sich entbindet; die aufgefangene Flüssigkeit wird durch mehrmaliges Destilliren gereinigt.

Es ist eine wasserklare, farblose, stark riechende Flüssigkeit, specifisches Gewicht 1,5526, Lichtbrechungsvermögen 1,4875, leitet die Elektrizität nicht, brennt in einer Weingeistflamme mit leuchtender heller Flamme, wobei salzsaures Gas sich erzeugt; sie gefriert noch nicht bei — 18°, kocht bei 75° und besteht aus: 85,27 Chlor und 24,73 Kohlenst., oder aus 2 Vol. Chlgas und 1 Vol. Kstdampf; löst sich nicht in Wasser, aber in Alkohol, Aether, Oelen auf und absorbirt Chlorgas.

3) Chlorkohlenstoff mit der geringsten Menge Chlor, von J. Davy entdeckt, zeither aber noch nicht wieder dargestellt; eine farblose, fest durchsichtige, leicht schmelzbare Substanz, flüchtig, wie die vorigen Alkohole, Aether, nicht in Wasser löslich, besteht aus: 74,33 Chl und 25,67 Kohlenst. oder aus gleichen Vol. Chlgas und Kstdampf.

4) Mit Kohlenstoffoxyd. Chlorkohlenoxydgas, Phosgene Gas *Acide chloroxi-carbonique*, *Phosgene gas*, *Chlorocarbonic acid* von J. Davy 1806 entdeckt, bildet sich, wenn man ein Gemeng v gleichen Volum Chlor- und Kohlenoxydgas dem Licht aussetzt, wobei eine Condensation auf die Hälfte eintritt.

Das Chlorkohlenoxydgas ist farblos, riecht sauer, stechend, reizt Augen, Nase, Athmungswerkzeuge stark, röthet im völlig wasserfreien Zustand das Lackmuspapier nicht, specif. Gewicht 3,4378, (nach Tarnard 3,40) Lichtbrechungsvermögen 3,936. Es besteht aus: 71,5 Chl und 28,5 Kohlenstoffoxyd, oder aus gleichen Volum Chlor- und Kohlenoxydgas, wird vom Wasser verschluckt, sogleich tritt aber eine Zersetzung beider ein, Salzsäure und Kohlensäure bilden sich auf Kosten eines Theils des Wassers, erstere bleibt aufgelöst, letztere entweicht größtentheils. Alkohol nimmt 12 Raumtheile davon ohne Zersetzung auf.]

5) Mit ölbildendem Kohlenwasserstoffgas. a) Chloräther, (Oel des ölbildenden Gases), *Hydrocarbure de Chlore*, *Hydrochloride of Carbon*, *Chloric ether*, wurde 1796 von holländischen Chemikern entdeckt. Man leitet in eine mit ölbildendem Kohlenwasserstoffgas gefüllte Glocke, die mit Wasser gesperrt ist, Chlorgas, so erzeugen sich ölartige Tropfen, die sich bald zu Boden senken, und mehr von etwas überschüssigem Chlor gelblich gefärbt sind.

Der Chloräther ist im reinsten Zustand farblos, durchsichtig, ölartig, von einem ätherischen, angenehmen Geruch und einem süßlich aromatischen Geschmack, specifisches Gewicht 1,22, des Dampfes 3,44. Er kocht bei 66,75°, ist leicht entzündlich, verbrennt mit einer grünlich gefärbten Flamme, und giebt einen viel salzsaures Gas enthaltenden Rauch, besteht aus: 71,33 Chlor und 28,67 Kohlenwasserst., oder aus gleichem Volum Chlor- und Kwstgas, wird in der Rothglühhitze salzsaures Gas, Kohlenwasserstoffgas unter Abscheiden von Kohle verändert, vom Wasser wenig, von Alkohol, Aether leicht aufgelöst, kann Chlorgas aufnehmen, und wird dadurch gelb, Alkalien entfernen diesen Ueberschuß von Chlor.

b) Schwerer Salzäther, siehe unter den Aetherarten; er enthält auf dieselbe Menge Chlor doppelt so viel ölbildendes Kohlenwasserstoffgas.

Verbindungen des Chlors mit Schwefel, Selen, Phosphor, Bor.

[1] Chlorschwefel mit viel Chlor, *Deutchlorure de Soufre*, *Chloride of Sulphur*, von Thomson 1804 entdeckt, wird durch Vereinigung der Bestandtheile erhalten, oder durch Destillation des Chlorquecksilbers (Sublimats) mit Schwefel.

Eine rothe, etwas ins Gelbe ziehende Flüssigkeit, riecht sehr widrig, stechend, schmeckt erwärmend, stark, widrig, specif. Gewicht 1,625, ist flüchtig, kocht bei 93° und läßt sich unverändert destilliren, besteht aus: 68,75 Chlor und 31,25 Schwefel, oder aus 2 Vol. Chlgas und 1 Vol. Swfdampf, wird mit Wasser in Berührung zersetzt, Salzsäure und unterschweflige Säure bilden sich, welche letztere aber sich nach der ihr eigenthümlichen Weise in schweflige Säure und Schwefel entmischt.

2, Chlorschwefel mit wenig Chlor, *Protochlorure de Soufre*, *Chloride of Sulphur*, wird durch Auflösen von Schwefel in der vorigen Flüssigkeit erhalten. Eine braunrothe Flüssigkeit, specif. Gewicht 1,7, hinterläßt bei der Destillation den vorher bei der Darstellung zugefügten Schwefel, wird eben so wie erstere durch Wasser zerlegt, besteht aus: 52,39 Chlor und 47,61 Schwefel, oder aus gleichen Volumen Chlgas und Swfdampf.

3) Chlorselen mit viel Chlor, *Deutchlorure de Sélénium*, *Chloride of Selen*, von Berzelius 1818 entdeckt, durch unmittelbare Verbindung erhalten. Eine feste Masse, durch Sublimation krystallisirbar, giebt gelbe Dämpfe, besteht aus: 64,16 Chlor und 35,84 Selen, oder aus 4 Vol. Chlgas und 1 Vol. Sdampf; zerlegt das Wasser, wobei sich etwas Gas entbindet, es entsteht Salz- und selenige Säure unter Wärmenentwicklung.

4) Chlorselen mit wenig Chlor, *Protochlorure de Sélénium*, *Chloride of Selen*, durch Vereinigung des vorigen mit mehr Selen, wodurch beim Erwärmen eine ölarartige, dunkelgelbe, durchscheinende Flüssigkeit entsteht, schwerer als Wasser, weniger flüchtig als die erstere, sie besteht aus: 31,0 Chlor und 69,0 Selen, oder aus gleichen Vol. Chlgas und Sdampf, zersetzt das Wasser in Salzsäure und selenige Säure, Selen scheidet sich ab.

5) Chlorphosphor mit viel Chlor, *Deutchlorure de Phosphore*, *Perchloride of Phosphorus*, von Davy 1810 entdeckt, wird dadurch erhalten, daß man Phosphor in ein mit Chlorgas gefülltes Gefäß bringt, worin derselbe, besonders wenn das Gas etwas erwärmt ist, sogleich zu brennen anfängt, einen dicken weißen Rauch ausstößt. Auch durch Verbindung des folgenden 6) mit Chlorgas.

Es ist ein weißes, sehr lockeres, krystallinisches Pulver, läßt sich in verschlossnen Gefäßen schmelzen und krystallisirt beim Erkalten; ist flüchtig, brennbar, und giebt dann unter Freiwerden von Chlorgas Phosphorsäure, röthet auch trocknes Lackmuspapier und besteht aus: 84,94 Chlor und 15,06 Phosphor, oder aus 5 Vol. Chlgas und 1 Vol. Phdampf;

zerlegt das Wasser, es bildet sich Phosphor- und Salzsäure, welche letztere durch Wärme ausgetrieben werden kann.

6) Chlorphosphor mit wenig Chlor, *Protochlorure de Phosphore, Chloride of Phosphorus*, von *Gay-Lussac* und *Thénard* 1808 entdeckt, wird durchs Erhitzen von Phosphor und Chlorquecksilber (Calomel) in einem passenden Apparat erhalten; es scheidet sich metallisches Quecksilber ab, etwas Phosphor löst sich in der erzeugten Flüssigkeit auf, weshalb sie rectificirt werden muß.

Eine farblose, durchsichtige Flüssigkeit, von stinkendem, widrigen Geruch, specif. Gewicht 1,45, röthet trocknes Lackmuspapier nicht, verbrennt angezündet, ist sehr flüchtig, destillirbar und besteht aus: 77,1 Chlor und 22,8 Phosphor, oder aus 3 Vol. Chlgas und 1 Vol. Phdampf zersetzt das Wasser allmählig und bildet dadurch Salz- und phosphorige Säure, löst noch mehr Phosphor auf, wird roth gefärbt und entzündet sich dann von selbst, wenn man damit Papiere tränkt.

7) Chlorbor, *Chlorure de Bore, Chloride of Boron*; Bor brennt im Chlorgas, es entsteht ein farbloses Gas, welches einen sauren, stechenden Geruch besitzt, besteht aus: 90,74 Chlor und 9,26 Bor raucht mit der Luft in Berührung, und wird vom Wasser schnell in Menge absorbirt und zersetzt, Bor- und Salzsäure bilden sich; auch vom Alkohol wird es verschluckt. Verbindungen mit Jod, Stickstoff, Cyan, Silicium, den Metallen später.]

N e u n t e s K a p i t e l .

Vom Jod.

Das Jod*), Jodine, Jode, Jodine, wurde 1812 von *Courtois* entdeckt, von *Gay-Lussac*, *Davy* untersucht und 1813 beschrieben. Es kommt nicht frei vor, sondern an verschiedene Metalle gebunden, besonders an Natrium, im Steinsalz und Salzsoolen, in Deutschland und andern europäischen Ländern, in Südamerika; in Mineralwassern; im Meerwasser finden sich geringe Spuren; ferner und hauptsächlich Jodkalium in dem Seetang an der Nordküste von Frankreich, den Niederlanden, England, Schottland, Irland, auch an den Küsten der Ostsee, ob schon dort die Tangarten sehr arm an Jod sind. Auch der Badeschwamm, das Wurmmoos, selbst Polypen und Mollusken enthalten Jod. Neuerdings hat man es in einem mexikanischen Silbererz und im schlesischen Galmei, in einem südamerikanischen Bleierz entdeckt.

*) Veilchenblau, nach der Farbe des Dampfes benannt.

Darstellung des Jods. Man verfertigt in Frankreich, England, den Niederlanden durchs Einäschern der Tangarten eine Sorte Soda von sehr geringem Gehalt an kohlensaurem Natron, welche den Namen *Kelp* in England, *Varec* in Frankreich führt. (Das Nähere hierüber unter dem Artikel „kohlensaures Natron.“) Diese Masse enthält verschiedene Salze, als kohlensaures, salzsaures, schwefelsaures Natron, schwefelsaures Kali, Kalk, Schwefelnatrium, schwefligsaures Natron, Jodkalium. Wird nun dieselbe ausgelaugt, die Lauge krystallisirt, so schießen die meisten krystallisirbaren Salze an, und es bleibt dann eine nicht mehr krystallisirende Mutterlauge zurück, welche außer etwas Kochsalz und Schwefelnatrium etc. das Jodkalium enthält. Diese Mutterlauge ist es, aus welcher man das Jod darstellt. Man schüttet dieselbe in einen gläsernen irdnen Ballon, auf welchem ein tubulirter gläserner Helm aufgesetzt wird, dessen Helmrohr in eine irdne Vorlage geleitet wird, welche man kalt hält. Man setzt conc. Schwefelsäure im Ueberschuß hinzu, worauf sich sogleich Dämpfe von Jod und Brom entwickeln, erstere setzen in der Vorlage kleine Krystalle an. Das so gewonnene Jod ist durch anhängendes Brom und Wasser verunreinigt, man wäscht es daher mit wenig Wasser ab, presst es zwischen Fließpapier, wäscht es noch einmal mit sehr schwach alkalischem Wasser, und unterwirft es einer wiederholten Sublimation.

[Man hat auch den alkalischen Rückstand von der Darstellung der Lauge aus Kelp, welche die Seifensieder in Schottland gebrauchen, zur Gewinnung von Jod benutzt *). — Früher setzte man bei der Darstellung des Jods Braunstein zu; dies ist aber nachtheilig, weil dadurch auch gleichzeitig Chlor entwickelt wird, welches sich mit Jod verbindet, wodurch ein Theil Jod verloren geht.]

Das Jod bildet dunkelgraue krystallinische Blättchen, die ausgebildeten Krystalle sind längliche Oktaëder mit rhombischer Basis, sie besitzen Metallglanz, ein specifisches Gewicht von 4,946 bei 16,5°, einen eignen, dem Chlor sehr ähnlichen Geruch; es verdampft bei der mittlern Lufttemperatur, schmilzt bei 107°, kocht bei 175° und bildet schön dunkelviolet gefärbte Dämpfe, deren specifisches Gewicht 8,695 ist; es ist der schwerste zur Zeit bekannte Dampf. Das Jod schmeckt kratzend, scharf, und der Geschmack hält lange an, es färbt Papier, die Haut bräunlich, jedoch werden beide bald wieder durch Verdunsten des Jods farblos; es leitet die Elektrizität nicht, löst sich in 7000

*) U. D. pag. 512. — *Soubeiran* in D. p. J. Bd. 26. S. 149. lehrt aus jener Lauge Jodkupfer bereiten, und dieses durchs Glühen mit Braunstein zerlegen. — D. t. Tom. II. pag. 305.

Theilen Wasser auf, welches dadurch safrangelb gefärbt wird, viel leichter aber in Alkohol, in 10 Theilen, in Aether, in Terpentinöl, mit braunrother Farbe auf. Die wässrige Auflösung bleicht nicht, entbindet auch kein Sauerstoffgas im Sonnenlicht, sondern es bildet sich Hydrat und Jodsäure. Merkwürdig ist das Verhalten des Jods zum Stärkemehl, eine Auflösung desselben wird nämlich dadurch intensiv indigblau, und selbst schwarzblau, rüthlichblau gefärbt, und ist so empfindlich gegen die Wirkung des Jods, daß die kleinsten Mengen (Milliontheil) Jod in einer Flüssigkeit dadurch erkannt werden können; polirtes Silber löst sich durch Jod an, ist aber nicht so empfindlich, als Stärkemehl. Nicht alle Abarten des Stärkemehls besitzen diese Eigenschaft, nur das gemeine Stärkemehl, nicht das Inulin und Flechtenstärkemehl. Jod wird nicht selten mit Kohlenpulver, Graphit verfälscht, welches man durch die Sublimation entdeckt; auch wird es angefeuchtet in den Handel gebracht, damit es schwerer wiege.

Man gebraucht das Jod in der Technik zur Darstellung von Jodquecksilber, einer rothen Farbe, die man auf Kattun und als Malerfarbe versucht hat, sie ist nicht eben haltbar.

[Jod verbindet sich mit Sauerstoff in einem einzigen Verhältniß, zur Jodsäure, *Acide iodique*, *Jodic acid*; sie wurde von *Gay-Lussac* entdeckt von *Davy* dargestellt. Man erhält diese Säure nicht durch unmittelbare Vereinigung von Jod und Sauerstoff, sondern dadurch, daß man völlig getrocknetes Chloroxydgas mit Jod in Berührung bringt; letzteres absorbiert das Gas und es entsteht eine pomeranzengelbe Flüssigkeit. Erwärmt man dieselbe, so entweicht Chlorgas und die Jodsäure bleibt als eine weiße Masse zurück. (Jodsäure bildet sich auch beim Aufheben des Jods in alkalischen Laugen, wobei jodsaure Salze nebst Jodmetallen entstehen.)

Es ist eine weiße, halbdurchsichtige Substanz, geruchlos, von einem sauren, scharfen, zusammenziehenden Geschmack, schwerer als Schwefelsäure, röthet Lackmuspapier, zerstört aber dessen Farbe, schmilzt bei einer Temperatur von etwa 300° , verflüchtigt und zersetzt sich dabei in die Bestandtheile. Sie besteht aus: 75,94 Jod und 24,06 Sauerst., oder aus 2 Vol. Joddampf und 5 Vol. Sstgas, wird an der Luft feucht, löst sich leicht in Wasser auf, oxydirt die meisten Metalle, selbst Gold und Platin; trocken detonirt sie mit brennbaren Körpern (Schwefel, Phosphor) erhitzt. Sie vereint sich mit Schwefel-, Phosphor-, Salpetersäure zu krystallinischen Verbindungen, wogegen schweflige Säure, Salzsäure und Hydrothionsäure sogleich zersetzt werden. Mit den Basen giebt sie jodsaure Salze, *Jodates*, welche neutral meistens schwer löslich sind; dieselben entbinden, wie die chlorsauren Salze, Sauerstoffgas bei der Hitze, detoniren mit brennbaren Körpern.

Jod verbindet sich mit Wasserstoff zur Hydriodsäure, hydri-

saurer Gas, *Acide hydriodique*, *Hydriodic acid*; sie wurde von Gay-Lussac entdeckt. Man erhält sie gasförmig, wenn man Phosphor mit 9 Theilen Jod vermischt, das Gemisch befeuchtet und gelind erwärmt. Hierbei wird das Wasserersetzt, es bilden sich phosphorige und Hydriodsäure; das Gas wird über Quecksilber aufgefangen.

Es ist farblos, von sauren, stechenden Geruch, spezifisches Gewicht 4,286 Gay-Lussac, 4,37 Berzelius, das schwerste aller Gase, zieht an der Luft Wasserdampf an, verbreitet weiße Dämpfe, röthet Lackmuspapier mächtig, und besteht aus: 99,21 Jod und 0,79 Wasserst., oder aus gleichen Volum Jodampf und Wstgas; es wird durch Sauerstoffgas in der Rothglühhitze zersetzt, indem sich Wasser bildet und Jod abscheidet; ähnlich wirkt Chlor, welches sich mit dem Wasserstoff zu Salzsäure verbindet, und Jod theils abscheidet, theils mit demselben Chloriod bildet. Durch Metalloxyde wird es ebenfalls entmischt, es bilden sich Jodmetalle und Wasser. Es wird vom Wasser in bedeutender Menge aufgenommen, wodurch man tropfbar-flüssige Hydriodsäure erhält; man kann jedoch dieselbe auch dadurch erhalten, daß man in Wasser, in welchem Jod fein zertheilt ist, Schwefelwasserstoffgas leitet, wobei Schwefel abgeschieden wird.

Die flüssige Hydriodsäure ist farblos, von sauren Geschmack und stechend sauren Geruch, specif. Gewicht 1,71, sie kocht bei 128°, verbreitet weiße, stechend saure Dämpfe; an der Luft bräunt sie sich, indem durch den Sauerstoff derselben ein Theil der Hydriodsäure sich entmischt, wodurch sich etwas Wasser bildet und hydriodige Säure. — Hydriodsaures Gas verbindet sich mit den Phosphorwasserstoffgasen zu festen, krystallinischen Massen. Die Hydriodsäure giebt mit Basen durch gegenseitige Entmischung Jodmetalle und Wasser, welche man hydriodsaure Salze, *Hydriodates* nennt; sie lösen sich in Wasser, größtentheils auch in Alkohol auf.

Hydriodige Säure, *Acide hydriodique iodurée*, wird sowohl durchs Aussetzen der Hydriodsäure an die Luft, als auch durch Auflösen von Jod in Hydriodsäure erhalten. Eine dunkelbraune Flüssigkeit, von dem Geruch des Jods, schmeckt weniger sauer, mehr kratzend, wie Jod, besteht aus: 99,6 Jod und 0,4 Wasserst., oder aus 2 Vol. Jodampf und 1 Vol. Wstgas, giebt mit Basen doppelte Jodmetalle, die man auch hydriodigsaure Salze, *Hydriodates iodurés*, genannt hat.

Jodkohlenstoff 1) mit wenig Jod, *Jodure de Carbone*, *Jodide of Carbon*, von Sérullas 1822 entdeckt, wird durchs Vermischen einer alkoholischen Kalialösung mit einer Auflösung des Jods in Alkohol erhalten, wodurch sich Jodkalium, Wasser und Jodkohlenstoff erzeugen.

Gelbliche, glänzende Blättchen, von einem safranartigen Geruch, specif. Gewicht 2,0, sind weder in Wasser, noch in Säuren und Alkalien löslich, aber in Aether, Alkohol; die Auflösungen haben einen süßen Geschmack. Jodkohlenstoff sublimirt sich bei 100°, schmilzt bei

120° unter Zersetzung, wobei Kohle zurückbleibt; auch durch Ch wird er entmischt.

2) mit viel Jod, *Périodure de Carbone*, *Periodide of Carbon*, Denselben 1824 entdeckt, durchs Erhitzen von Quecksilbersublimat (hö stem Chlorquecksilber) mit dem vorigen. Eine gelbliche, öartige Flüssigkeit, von stark angenehmen, aromatischen Geruch, süßen und k lenden Geschmack, schwerer als conc. Schwefelsäure, wird an der L durch Entmischung rosenroth, löst sich in Wasser wenig auf, w von Chlor zersetzt.

Kohlenwasserstoffiod, *Hydriodure de Carbone*, *Hydriod of Carbon*, (Jodäther), von *Faraday* 1820 entdeckt; durch Verm gen von Jod mit ölbildendem Kohlenwasserstoffgas und Aussetzen : Sonnenlicht erhalten.

Krystallisirt in farblosen, durchscheinenden Tafeln, Prismen, rie und schmeckt aromatisch, angenehm, ist schwerer als conc. Schwefelsä besteht aus: 89,86 Jod und 10,14 ölbild. Kohlenwasserst., oder : gleichen Vol. Jdampf und ölb. Kwtgas; schmilzt beim Erwärmen, w bei 100° sublimirt, und in größerer Hitze zersetzt, brennt in der We geistflamme, löst sich in Aether, Alkohol, fetten und ätherischen Öe auf, nicht in Wasser, Säuren und Alkalien.

Mit Schwefel und Phosphor verbindet sich das Jod in mehr Verhältnissen zu grauschwarzen, pomeranzengelben Verbindungen, wel das Wasser zersetzen, indem sich das Jod mit dem Wasserstoff : andern mit dem Sauerstoff des Wassers verbinden. Eben so vere sich das Jod auch mit Chlor zu festen und flüssigen, rothbraunen, g ben, flüchtigen Materien, welche Wasser anziehen und zersetzen, La muspapier bleichen.

Von den Verbindungen mit Brom, Stickstoff, Silicium, Metallen späte

Z e h n t e s K a p i t e l .

V o m B r o m .

[Das Brom*), *Brôme*, *Brom*, wurde von *Balard* 1826 in der Seesamutterlauge im südlichen Frankreich entdeckt, im Meerwasser, findet sich auch in dem Seetang und der daraus gefertigten Varecsoda, Magnesium gebunden. Man hat es auch in vielen Salzsoolen, im Wasser des tothen Meeres entdeckt.

Man stellt es aus der Salzmutterlauge dar, welche man mit Chl

*) d. i. stinkender Stoff, da es einen sehr heftigen, durchdringenden übeln Geruch besitzt.

gas behandelt, wodurch das Brom aus der Verbindung mit dem Magnesium geschieden wird; hierauf bringt man die Flüssigkeit mit Schwefelsäure in Berührung, welcher das Brom auflöst. Zur ätherischen Auflösung wird Kali hinzugefügt, wodurch sowohl bromsaures Kali als auch Bromkalium sich erzeugt, welche dann mit Schwefelsäure und Braunstein einer Destillation unterworfen werden, wobei Bromdämpfe übergehen und im vorgeschlagenen Wasser Brom niedersinkt. Vom Wasser wird es durch eine Destillation über Chlorcalcium gereinigt.

Das Brom ist bei der gewöhnlichen Lufttemperatur eine dunkelrothe Flüssigkeit, erscheint beim durchgehenden Licht in dünnen Lagen hyacinthfarben, riecht sehr widrig, dem Chloroxydgas ähnlich, schmeckt scharf, widrig, färbt organische Körper vorübergehend dunkelgelb, specifisches Gewicht 2,966; bei -20° erstarrt es, und erscheint als eine bleigraue, krystallinische, metallglänzende Masse. Es ist flüchtig, kocht schon bei $+47^{\circ}$, giebt dunkelrothe Dämpfe, deren spec. Gewicht über 5,0. leitet die Electricität nicht, löst sich in Wasser etwas auf, leichter im Alkohol, am leichtesten in Aether, auch in fetten Oelen; färbt eine Abkochung von Stärkemehl pomeranzengelb. Es verbindet sich mit Wasser, ohne es zu zerlegen, zu einem Hydrat, welches bei 0° in rothen Oktaëdern anschiesst, welche sich noch bei $+12^{\circ}$ erhalten, bei einer höhern Temperatur aber in Brom und bromhaltiges Wasser sich zersetzen.

Brom verbindet sich mit Sauerstoff zur Bromsäure, *Acide bromique*, *Bromic acid*, man erhält sie aus bromsauren Baryt durch Schwefelsäure; durch vorsichtiges Abdampfen wird sie zur Syrupconsistenz gebracht.

Eine farblose, sauer schmeckende, fast geruchlose Flüssigkeit. röthet Lackmuspapier und bleicht es, besteht aus: 66,18 Brom und 33,82 Sauerst.; wird durch unvollkommen oxydirte Säuren, durch Wasserstoff enthaltende desoxydirt, wobei Brom sich entwickelt. Ihre Salze, bromsaure Salze, *Brômates*, entbinden beim Erhitzen Sauerstoffgas, und detoniren mit brennbaren Körpern.

Mit Wasserstoff giebt das Brom 2 Verbindungen.

Hydrobromsäure, *Acide hydrobromique* *Hydrobromic acid*, kann sowohl durch unmittelbare Verbindung der Bestandtheile mittelst Wärme oder elektrischer Funken (nicht durchs Sonnenlicht) erhalten, oder aus Bromphosphor und Wasser durch gegenseitige Zersetzung dargestellt werden. Das Gas muß, gleich dem salzsauren Gas, über Quecksilber aufgefangen werden.

Es ist farblos, riecht und schmeckt sauer, zieht an der Luft Wasserdampf an und verbreitet weiße Dämpfe, wird weder für sich, noch mit Sauerstoffgas gemengt, in der Glühhitze verändert, aber durch Chlor zerlegt, welches Brom abscheidet, und salzsaures Gas erzeugt; Kalium, Zinn, Zink, Eisen verbinden sich mit Brom, wenn man sie mit dem hydrobromsauren Gas in Wechselwirkung bringt, und entwickeln Wasserstoffgas. Es besteht aus: 98,74 Brom und 1,26 Wasserst.,

oder aus gleichen Volum Brdampf und Wstgas; wird vom Wwa stark verschluckt, wodurch flüssige Hydrobromsäure sich erzeugt. Darstellung derselben destillirt man am einfachsten Bromkalium oder Bromnatrium mit verdünnter Schwefelsäure bei vorgeschlagenem Wwa.

Sie ist farblos, specifisch schwerer als Wwasser, raucht und schmeckt sehr sauer, löst Eisen, Zink, Zinn unter Entwicklung von Wwasstoffgas auf, wird durch Chlor, auch, obschon langsamer, durch Salpetersäure zersetzt, wodurch Brom frei wird und salpetrige Säure entsteht. Diese Flüssigkeit löst, analog dem gewöhnlichen Goldschmelzwasser, Gold und Platin auf; eine ähnliche Zersetzung bedingt auch die Schwefelsäure. Mit Basen giebt sie Brommetalle, oder hydrobromsaure Salze, *Hydrobromates*. Durchs Auflösen von Brom in Hydrobromsäure entsteht die hydrobromige Säure, *Acide hydrobromique bromée*, eine dunkelroth-gelbe Flüssigkeit, welche Gold auflöst und durchs Erhitzen sich zersetzt.

Bromkohlenstoff, *Bromure de Carbone*, *Bromide of Carbon* von Sérullas 1828 entdeckt, durch Zerlegung des Jodkohlenstoffs vermittelt Brom. Eine ölarartige, rothgelbe, ätherartig riechende, süßschmeckende Flüssigkeit, schwerer als Wwasser, wird bei 0° fest, krystallisirt, zersetzt sich beim Erhitzen, verbrennt mit grüner Flamme.

Bromkohlenwasserstoff, *Hydrobromure de Carbone*, *Hydrobromide of Carbon*, (Bromäther), durch Vereinigung von Brom mit ölbildendem Kohlenwasserstoffgas. Eine ölarartige, farblose Flüssigkeit von ätherischem Geruch, schwerer als Wwasser, erstarrt bei -5° , ist sehr flüchtig und verbrennt mit einem sauer riechenden Rauch.

Bromschwefel, Bromselen, Bromphosphor; durch Vereinigung der Bestandtheile, welche in verschiedenen Verhältnissen sich mit einander verbinden. Theils feste, theils flüssige Substanzen, rothbraun, gelbroth, flüchtig, Wwasser zersetzend, es entsteht dabei Hydrobromsäure, während die andern Körper sich oxydiren. — Chlorbrom, Jodbrom, theils flüssig, theils fest, flüchtig, Lackmus bleichend, in Wwasser ohne Zersetzung löslich.

Brommetalle werden sowohl auf direktem Weg, als auch mittelst Hydrobromsäure und Basen erzeugt, oder durchs Auflösen der Metalle in einem Gemisch von Hydrobrom- und Salpetersäure.

Sämmtliche Verbindungen des Broms haben keine technische Anwendung.]

Elftes Kapitel.

Vom Stickstoff.

Stickstoff, Stickstoffgas, *Azot*^{*)}, *Nitrogène*^{**)}, Nitrogen, wurde 1772 von *Rutherford* von der atmosphärischen Luft unterschieden. Es kommt theils in der atmosphärischen Luft vor, 79% dem nach betragend, theils wird es aus Mineralquellen entwickelt, so Ceylan, in Südamerika, in den Pyrenäen. Sehr viele organische Substanzen, besonders thierischen Ursprungs, enthalten Stickstoff als Hauptbestandtheil.

Darstellung des Stickstoffgases. Da die atmosphärische Luft 79% Stickstoffgas mit Sauerstoffgas, kohlensaurem Gas und Wasserdampf gemischt enthält, so ist es möglich, aus derselben durch Entfernung jener drei Luftarten, Stickstoffgas auszuscheiden. Man läßt in einer mit Wasser erfüllten durch Wasser gesperrten Glocke Phosphor verbrennen, indem man auf eine Korkplatte ein Schälchen stellt, in welchem angefeuchter Phosphor sich befindet. Hierdurch wird der Sauerstoff der Luft fast gänzlich verzehrt, aber noch nicht vollkommen, indem die erzeugten Dämpfe der Phosphorsäure das zurückgebliebene Sauerstoffgas allmählich umhüllen. Die vollständige Abscheidung des Sauerstoffs wird noch durch einige Stangen Phosphor bewirkt, die man ins übriggebliebene Gas bringt. Darauf wird es mit Wasser geschüttelt, in welchem man Kalihydrat aufgelöst hat, um die Kohlensäure zu entfernen. Man hat es auch aus der atmosphärischen Luft durch Bleiamalgam (Blei-Quecksilber) darstellen wollen; das Bleiamalgam nämlich verbindet sich durch mehrstündiges Schütteln mit dem Sauerstoff, und das Stickstoffgas bleibt übrig. (Unter Umständen findet sich auch in Gruben Stickstoffgas, wenn nämlich gewisse Fossilien mächtig desoxydirend auf die Luft einwirken, und kein gehöriger Wetterwechsel stattfindet.) Oder man erhitzt eine Auflösung von salpetrigsauren Ammoniak; hier verbindet sich das Ammoniak und die salpetrige Säure, der Wasserstoff der erstern verbindet sich mit dem Sauerstoff der letztern zu Wasser, bei aus beiden der Stickstoff übrig bleibt. — Man entbindet Chlorgas und leitet es in verdünnten Salmiakget (Ammoniak), wobei sich das Chlor mit dem Wasserstoff zu Salzsäure und diese mit einem Theil des Ammoniaks zu Salmiak verbindet, Stickstoffgas aber frei wird. Endlich wird auch durch Destillation von magerem Fleisch mit $\frac{1}{2}$ Salpetersäure bei einer Temperatur von 25 bis 30° Stickstoffgas entbunden, indem die Säure

*) D. h. eine zur Unterhaltung des Lebens untaugliche Gasart.

**) D. h. Salpeter(säure) erzeugender Stoff.

ihren Sauerstoff ans Fleisch abgibt; das zugleich erzeugte Stickstoffoxydgas wird von einer Eisenvitriolauflösung, durch welche man das Gasgemeng leitet, verschluckt.

Das Stickstoffgas ist farb- geruch- und geschmacklos, specifisches Gewicht 0,976, 100 Kubikzoll wiegen 0,15475 preuss. Loth, 1 Kubikfuß 2,6702 pr. Loth, Lichtbrechungsvermögen 1,020, relative Wärme 1,0318. Es kann das Verbrennen nicht unterhalten, brennende Körper verlöschen in ihm, es ist nicht athmenbar, bringt aus Sauerstoffmangel Erstickung hervor, — matte Wetter der Bergleute, — ist nicht brennbar und hat überhaupt zum Sauerstoff eine geringe Verwandtschaft. Mengt man es mit Sauerstoffgas und leitet durch das mit Wasser gesperrte Gemeng elektrische Funken, so erzeugen sich kleine Mengen Salpetersäure, aber nur an den Stellen, wo der elektrische Funke die Gase berührte, verbinden sich dieselben. Von Wasser und Alkohol wird es wenig absorbiert, 0,04. — Es ist ohne technische Anwendung.

Bevor wir zu den chemischen Verbindungen des Stickstoffs mit Sauerstoff übergehen, müssen wir der atmosphärischen Luft gedenken, einer Mischung aus beiden.

Die atmosphärische Luft, deren physikalische Eigenschaften bereits in der Physik erörtert worden sind, und welche hier nur zur Vervollständigung des Bildes kürzlich angeführt werden sollen, ist ein Gemeng von 4 Luftarten, von Stickstoff-, Sauerstoff-, kohlensaurem Gas und Wasserdampf. Man hat dieselbe auch für eine chemische Verbindung von Stickstoff und Sauerstoff erklärt, wogegen aber gewichtige Gründe sich beibringen lassen, wovon sogleich das Nähere.

Die atmosphärische Luft ist farblos, in größern Massen durch Lichtbrechung blau, geruch- und geschmacklos, vollkommen elastisch; man bedient sich des specifischen Gewichts derselben als Einheit für die Bestimmung der specifischen Gewichte der luftförmigen Körper. Im Vergleich mit destillirtem Wasser ist Luft, bei völliger Trockenheit, einer Barometerhöhe von 28'', einer Temperatur von 0°, unter 45° nördlicher Breite, 771,74mal leichter als Wasser; 100 Kubikzolle wiegen 0,158564 preuss. Loth, 1 Kubikfuß 2,73998 Loth, 11,68 Kubikfuß 1 Pfund. Sie ist ein schlechter Leiter für Wärme und Elektrizität, dehnt sich für jeden Grad der *Celsiuschen* Skala beim Erwärmen um 0,00375 ihres Raums aus, den sie bei 0° besitzt; sie ist zum Unterhalten des Verbrennens tauglich, zum Einathmen einzig unter allen Gasarten brauchbar, denn reines Sauerstoffgas reizt die Lungen zu heftig.

Die Hauptgemengtheile sind Stick- und Sauerstoffgas. Nach vielfältigen angestellten genauen Versuchen ist das Mengenverhältniß beider zu einander im Mittel dem Volum nach 79 : 21, oder dem Gewicht

76,91 Stickstoff und 23,09 Sauerstoff. Weder unter der Linie noch in den kalten Zonen, weder im Sommer noch im Winter, weder in hohen Bergen, oder überhaupt in höhern Regionen (aus einer Höhe 24600 par.Fuß über dem Meeresspiegel brachte *Gay-Lussac* bei einer Fahrt Luft nach Paris herab) noch in der Tiefe ist dieses Mengenverhältniß verschieden, sowohl in der freien Atmosphäre, als auch in Kellern und sonstigen Räumen gleich. Man hat vor einigen Jahren in dieserhalb Versuche in mit Menschen sehr angefüllten Theatern angestellt, das Resultat bewies, daß keine bedeutende Abweichung vom obigen Mittel stattfand. Obschon nämlich Menschen und Thiere Sauerstoff aus der Luft beim Einathmen absorbiren, Lichte und Kerzen beim Verbrennen zur Erzeugung von Kohlensäure und Wasserstoffgas jenes Gas verzehren, so vermindert es sich dennoch nicht in Kellern, wenn sie nur nicht vollkommen luftdicht verschlossen sind; und dies sind alle unsere Zimmer, Säle, Schauspielhäuser nicht. Selbst der dichteste Verschuß guter Thüren und Fenster giebt es noch kleine und feine Spalten, Klüfte, Poren, durch welche die Luft einen Weg bahnt, selbst, wie wir so häufig erfahren, der in der Luft schwebende Staub. (Es ist kaum glaublich, durch die feinen Risse und Spalten, durch gesprungene Glasglocken hin- und her z. B. Wasserstoffgas entweichen kann. Aehnlich verhalten sich auch andere Gase.) Wird nun in verschlossnen Räumen durchs Athmen der Menschen, durchs Verbrennen der Lichte und Lampen Wärme erzeugt, so wird die Luft in den Zimmern sich ausdehnen, wird leicht dadurch wird das Gleichgewicht mit der äußern Luft aufgehoben, letztere dringt (nach dem aërostatischen Lehrsatz von dem Luftzug oder Wind) in die dünnere Luft der Zimmer ein. Dadurch findet, selbst bei dem sorgfältigsten Schluß der Zugänge, ein steter Zufluß von frischer atmosphärischer Luft und Abfluß von warmer Luft der Zimmer, so mehr wenn Thüren und Fenster mitunter geöffnet werden, statt. Einem relativen Mangel an Sauerstoffgas in der Luft kann in obigen Fällen also nicht die Rede sein.

In Betreff des Wasserdampfs, welcher in der Atmosphäre nie fehlt, selbst nicht in der heißen und scheinbar trocknen Luft der Sandwüsten Afrikas und Asiens, kann hier nur im Allgemeinen bemerkt werden, daß der Gehalt der Luft an Wasserdampf sehr verschieden ist, je nach der Maafsgabe der Jahres- und Tageszeit, der Lufttemperatur, der Lage der Orte rücksichtlich ihrer Erhebung über den Meeresspiegel, der Nähe von Gewässern, oder Sandebenen, von Gebirgen, kultivirten oder wüsten Land, der herrschenden Winde, lokaler klimatischer Verhältnisse. Es ist aus der Physik bekannt, daß die Menge des Wasser-

dampfs, den die Luft bei verschiedenen Temperaturen aufzunehmen im Stande ist, sich nach jenen richtet, so daß eine wärmere Luft mehr, und eine kältere weniger Dampf aufnimmt, um das Maximum der Feuchtigkeit zu erreichen, so daß eine dem Gewicht nach geringe Menge Dampf in kalter Luft eine vollkommene Sättigung bewerkstelligen kann, während eine viel größere in heißer Luft sich unsrer sinnlichen Wahrnehmung durchs Gefühlorgan zu entziehen vermag. Man schätzt durchschnittlich den Gehalt der Luft an Wasserdampf 0,01 dem Gewicht nach.

Die Quantität kohlensauren Gases in der Luft ist verhältnißmäßig sehr gering, viel weniger als man bei der großen Masse athmender Menschen und Thiere, verbrennender kohliger Substanzen, gährender und faulender organischer Materien vernuthen sollte. Dagegen ist aber auch bekannt, daß die Pflanzen unter Vermittlung des Lichtes kohlensaures Gas verschlucken, und es in Kohlenstoff und Sauerstoff zersetzen, erstern verwenden sie zu ihrer Organisation, letzteres athmen sie aus. Nach Versuchen, welche *Saussure* eine Reihe von Jahren fortgesetzt hat, ist der Kohlensäuregehalt der Luft im Sommer, sowohl in Städten als auch auf dem Lande, auf Bergen, über Wasser größer, als im Winter, wie 10,83 : 7,28 in 10000 Gewichtstheilen; auch ist die Menge des kohlensauren Gases nicht zu jeder Tageszeit gleich, die mittlere Menge beträgt zur Mittagszeit 0,000490, das Maximum 0,000620, das Minimum 0,000370 dem Volum nach. Während der Nacht ist mehr kohlensaures Gas in der Atmosphäre als bei Tage, wenn das Wetter ruhig ist.

Es stünden demnach, abgesehen von dem Gehalt an Wasserdampf und fremdartigen Beimengungen, die Gemengtheile der atmosphärischen Luft in folgendem Verhältniß zu einander:

21,000	Vol. Sauerstoffgas
78,999	— Stickstoffgas
0,001	— kohlensaures Gas
<hr/>	
100,000	— atmosph. Luft.

[Es ist schon oben erwähnt worden, daß einige Chemiker die atmosphärische Luft als ein Suboxyd des Stickstoffs, als eine chemische Verbindung desselben mit Sauerstoff betrachten, hauptsächlich weil beide in einem stets sich gleichbleibenden Verhältniß zu einander stehen, und die Sauerstoffmenge der Luft fast die Hälfte der Sauerstoffmenge im Stickstoffoxydulgas ist (siehe unten). Dagegen kann mit Grund eingewendet werden, daß ein constantes Verhältniß der Gemengtheile für sich allein noch nicht für eine chemische Verbindung entscheidet, zumal da mit der größten Leichtigkeit der Luft der Sauerstoffgehalt entzogen und dann Stickstoff wieder zugefügt werden kann, ohne daß eine Raumesver-

dichtung dabei stattfände, die stets erfolgt, wenn sich Gase in andern Verhältnissen als 1:1 dem Raum nach mit einander verbinden. Bringt man atmosphärische Luft mit Wasser in Berührung, so absorbiert es Sauerstoff- und Stickstoffgas nach seinem relativen Vermögen von dem einen oder dem andern mehr oder weniger zu verschlucken. Wäre aber die Luft eine chemische Verbindung, so müßte wohl das Wasser die Luft als solche absorbiren, wogegen man in demselben mehr Sauerstoff- und weniger Stickstoffgas findet, als in der Luft (siehe oben Seite 102). Endlich ist auch das Lichtbrechungsvermögen so groß, als es nach einer Berechnung aus dem Lichtbrechungsvermögen der Gemengtheile sein müßte, indem, wenn es eine chemische Verbindung wäre, das Brechungsvermögen entweder größer, oder kleiner sein würde, wie es sonst immer der Fall ist.]

Außer diesen vier Gemengtheilen enthält die Luft an einzelnen Stellen nach Verhältniß der Umstände noch andere Gase und Dämpfe beigemengt; z. B. Kohlenwasserstoffgas in Sumpfländern, in Steinkohlengruben; Schwefelwasserstoffgas an Schwefelquellen; schwefligsaures, salzsaures Gas an den Kratern der Vulkane, letzteres auch über der See (der nördlichen Erdhälfte) etc.

Chemische Prüfung der Luft. Daß man den Grad der Elasticität und Spannung der Luft durchs Barometer, und die Temperatur derselben durchs Thermometer ermittelt, ist aus der Physik bekannt, ebenso auch das Verfahren, den Feuchtigkeitszustand durch hygroskopische Substanzen, wie Chlorcalcium, zu bestimmen, oder aus den Angaben der Hygrometer zu finden. Wie kann aber der Gehalt an Sauerstoff, (kohlensaurem Gas) bestimmt werden? Das Verfahren, welches eingeschlagen wird, hat man Eudiometrie^{*)}, die Instrumente Eudiometer genannt.

Um den Gehalt an Sauerstoff zu erforschen, muß man aus einem gegebenen, genau gemessnen Raum den Sauerstoff durch irgend einen Körper, der bedeutende Verwandtschaft zum Sauerstoff besitzt, absorbiren lassen, um aus der Raumesabnahme auf den fraglichen Sauerstoffgehalt schließen zu können. Zu dem Ende hat man Phosphor, Wasserstoff, Schwefelkalium, Stickstoffoxydgas etc. angewendet.

[Um mit Phosphor die Untersuchung anzustellen, verfährt man zweifach, entweder man löst denselben in einem schmalen, mit Wasser gesperrten Gefäß, mit der Luft so lange in Berührung, bis keine Raumesverminderung mehr zu bemerken ist, worauf man den Phosphor entfernt und das Gefäß luftdicht verschließt und schüttelt; oder man zündet in

^{*)} D. h. die Kunst die Güte der Luft zu messen.

einem eigens dazu geblasenen Probeglas, welches mit Luft gefüllt und mit Wasser gesperrt ist, den in der Umbiegung liegenden Phosphor durchs Erhitzen mittelst einer Weingeistlampe an, worauf derselbe rasch verbrennt. Auch hier ist es nöthig, das Gefäß zu schütteln. — Erklärung. Im ersten Fall bildet sich, wie Seite 189 bereits gesagt worden ist, phosphorige auch etwas Phosphorsäure, welche beide mit Wasser, welches sie mächtig anziehen, eine saure Flüssigkeit bilden; im letztern aber nur Phosphorsäure, welche gleichfalls vom Wasser aufgelöst wird. Das Schütteln dient nur die Phosphordämpfe, welche sich in dem Stickstoffgas befinden dürften, zu condensiren.]

Mit Wasserstoffgas lehrte Volta die Luft analysiren, und ein Instrument, das Wasserstoffgas-Eudiometer, ist nach manchen Vereinfachungen jetzt das gebräuchlichste. (Vergleiche das Seite 41 über das Instrument bereits gesagte und Tafel I. Fig. 28 und 41.)

Soll das Instrument gebraucht werden, so wird der Detonationcylinder mit ausgekochtem destillirten Wasser gefüllt, auf die Brücke einer mit reinem Wasser gefüllten pneumatischen Wanne gesetzt, der untere Hahn geöffnet. Man läßt abgemessene Mengen atmosphärischer Luft, z. B. 6 Maafs derselben, hineinsteigen, setzt dazu die Hälfte, oder 3 Maafs, reines Wasserstoffgas, und leitet einen elektrischen Funken hindurch, worauf ein Verbrennen von Wasserstoff auf Kosten des Sauerstoffs der Luft stattfindet. Das durchs Detoniren erzeugte Wasser wird von dem Sperrwasser aufgenommen, welches in die Höhe steigt, da ein bedeutender Theil des vorigen Luftquantums verschwunden ist. Nachdem der Apparat sich abgekühlt hat, setzt man die mit Wasser gefüllte Mefsröhre auf den obern mit Wasser angefüllten Trichter, öffnet den obern Hahn, und läßt so die rückständige Luft in jene einströmen. Ist dieses vollkommen erfolgt, so taucht man das Eudiometer unter Wasser, nimmt die Mefsröhre ab, und beobachtet nun, wie viel die zurückgebliebene Luftmenge noch beträgt. Vergleicht man den Rückstand mit dem anfänglichen Quantum, so ergibt sich, wie viel sich durchs Verbrennen aus dem Sauerstoff der Luft und einem proportionalen Theil Wasserstoff Wasser gebildet hat. Da nun das Wasser aus 1 Volum Sauerstoff- und 2 Vol. Wasserstoffgas gebildet wird, so ist $\frac{1}{3}$ des absorbirten Luftquantums = dem Sauerstoffgehalt des erzeugten Wassers, also auch = der in der atmosphärischen Luft enthaltenen Menge Sauerstoffgas. Beispiel 100 Vol. atmosph. Luft, 50 Vol. Wasserstoffgas, Rückstand 87, Absorptionsquantum 63, also $\frac{63}{3} = 21$ der Sauerstoffgehalt der

63 Theile erzeugten Wassers, oder der 100 Theile atmosph. Luft. — Statt dieses zusammengesetzten, theuren Instruments bedient man sich

auch einer einfachen, aus starkem, gut gekühlten Glas gefertigten Detonationsröhre, Fig. 26 Tafel I., (vergleiche Seite 43.)

Durch *Döbereiner's* Entdeckung ist das Wasserstoffgas-Eudiometer sehr vervollkommenet und vereinfacht worden, indem die Detonation durch einen elektrischen Funken nicht mehr nöthig ist, wodurch mehrere Nachtheile entstanden, als z. B. die gleichzeitige Bildung von salpetersaurem Ammoniak, durch den plötzlichen Druck aufs Sperrwasser entwickelt sich aus diesem Luft etc. Man verfertigt nämlich aus Platinschwamm (siehe Seite 99) und 4 Theilen Thonerde, welche man genau mit einander mengt, kleine Thonkugeln, knetet kleine Platinöhsen ein, um die Kugeln mittelst eines Drahts entfernen zu können, glüht sie vorher aus, und bringt sie dann in ein Gemeng von atmosph. Luft und Wasserstoffgas. Der dem Thon beigemengte Platinstaub bedingt eine allmähliche Wasserbildung ohne Detonation und Gefahr fürs Instrument, wodurch der Sauerstoffgehalt der Luft selbst noch genauer gefunden wird, als auf dem frühern Weg der Detonation, indem hier eine vollkommene Wasserbildung stattfindet.

Dafs das *Volta'sche* Instrument auch zur Untersuchung solcher Gase gebraucht werden kann, welche Wasserstoffgas als Bestandtheil enthalten, indem man dann Sauerstoffgas hinzusetzt, ist leicht ersichtlich; dann sind $\frac{2}{3}$ des verschwundenen Luftvolums = dem Wasserstoffgehalt zu nehmen.

[Mit Schwefelkalium (Schwefelleber), welches frisch bereitet in destillirtem Wasser aufgelöst wrd, schüttelt man einige Minuten ein gewisses Quantum atmosph. Luft; hierdurch wird der Sauerstoff derselben von dem Schwefelkalium absorbirt, indem sich unterschwelligsaures Kali bildet. Die Sauerstoffmenge in der Luft wird dann nach dem Absorptionsquantum geschätzt. (Unzuverlässig, indem auch etwas Stickstoffgas dadurch verschluckt wird). Abbildung des *Hope'schen* Instruments in *Brande's Manua of chemistry* Vol. I. p. 382. — Von den übrigen, ehemals gebrauchten und vorgeschlagenen Eudiometern und Verfabrungsweisen kann hier nicht die Rede sein.]

Da die Atmosphäre die Erde umgiebt, so sind alle irdischen Gegenstände der steten Einwirkung derselben ausgesetzt, und wir müssen daher bei allen chemischen Erscheinungen, welche nicht geradezu in einem luftleeren, oder in einem mit anderer, sauerstofffreier Luft angefüllten Raum stattfinden, auf den Sauerstoff und dessen mächtigen Einfluß Rücksicht nehmen. Das Athmen, das Verbrennen, Gährung und Fäulniß geben großartige Beispiele des Einflusses der atmosphärischen Luft auf die Sinnenwelt. In wiefern die Luft bei der Heizung durch Brennmaterialien jeder Art, bei Feuerungsanlagen, wirksam ist, haben wir schon

früher beim Verbrennen Seite 77 u. f. gezeigt, eben so wie man die mit stinkenden Ausflüssen verwesender organischer Körper geschwängerte Luft durch Chlor und namentlich Chlorkalk reinigen kann (siehe Seite 203).

Der Stickstoff verbindet sich mit Sauerstoff in 4 (oder 5) Verhältnissen, von denen 2 Oxyde, 2 (oder 3) Säuren sind.

[1) Stickstoffoxydulgas, *Gas protoxide d'Azote*, *Proteroxide of Nitrogen*, *Nitrous oxide*, von Priestley 1772 entdeckt, von H. Davy 1800 genauer untersucht, kommt nicht in der Natur vor. Man erhält es durchs Erhitzen von salpetersaurem Ammoniak in einem Kolben mit Gasröhre, Fig. 7 Tafel I., und fängt es über Quecksilber oder einer gesättigten Kochsalzauflösung auf. Ein Theil des Sauerstoffs der Salpetersäure ($\frac{3}{8}$) verbindet sich dabei mit dem Wasserstoff des Ammoniaks zu Wasser, der Stickstoff des Ammoniaks und der Salpetersäure mit dem übrigen Sauerstoff der letztern ($\frac{5}{8}$) zu Stickstoffoxydul. Die Entmischung erfolgt etwa bei 250° , größere Hitze kann eine Explosion bedingen. (Auch durchs Behandeln des Zinns oder Zinks mit sehr verdünnter Salpetersäure, durch partielle Desoxydation des Stickstoffoxydgases durch Wasserstoffgas schweflige Säure, kann man Stickstoffoxydulgas erzeugen.)

Es ist farblos, riecht nicht unangenehm, schmeckt süßlich, spezifisches Gewicht 1,527, 100 Kubikzoll wiegen 0,2421 pr. Loth, 1 Kubikfuß 4,18395 pr. Loth, Lichtbrechungsvermögen 1,710, relative Wärme 1,3503; es wird durch grossen Druck tropfbar flüssig. Es ist nicht brennbar, unterhält aber das Verbrennen brennender Körper, welche in ihm mit hellerem Licht fortbrennen als in atmosphärischer Luft; zum Entzünden ist jedoch eine größere Erwärmung nöthig als im Sauerstoffgas; ein glimmender Spahn fängt in diesem Gas an lebhaft zu Flamme zu brennen. Es ist auf eine kurze Zeit athmenbar, erzeugt Heiterkeit (mitunter aber auch Traurigkeit), darauf berauscht es, welcher Zustand jedoch bei baldigem Aufhören des Einathmens nicht lange anhält; wird aber dasselbe noch länger geathmet, so entsteht Bewusstlosigkeit und alle Symptome des Schlagflusses, oder auch Raserei, die ein schlimmes Ende nehmen können. Thiere sterben in dieser Gasart am Schlagfluss. Es besteht aus: 63,9 Stickst. und 36,1 Sauerst., oder aus 2 Vol. Ststgas und 1 Vol. Sstgas, wird durch Glühhitze in Stickstoff- und Stickstoffoxydgas, durch elektrische Funken in seine Elemente zerlegt, verpufft mit Wasserstoffgas gemengt beim Entzünden heftig. Es wird von Wasser, Alkohol verschluckt, ersteres nimmt $\frac{1}{2}$ seines Volumens letzteres $1\frac{1}{2}$ auf, auch von Aether und Oelen.]

2) Stickstoffoxydgas, Salpeters (Salpeterluft), *Gas deutoxide d'Azote*, *Gas nitreux*, *Nitric oxide*, *Nitrous gas*, von Hales beobachtet, von Priestley 1772 beschrieben, kommt in der Natur nicht vor.

Es bildet sich durch eine unvollständige Desoxydation der Salpeter-

säure mittelst oxydirbarer Körper, wie Kohle, Schwefel, Phosphor, Metalle, mit Ausnahme derer, die sich durch Salpetersäure nicht lösen, organischer Substanzen, wie z. B. Stärkemehl, Zucker, Melasse, Gummi. Man nimmt gewöhnlich Kupfer, auch Quecksilber, übergießt es mit mäßig verdünnter Salpetersäure in einem Kolben mit Gasrohr, Fig. 7 Tafel I., und giebt gelinde Wärme. Hierdurch bildet sich salpetersaures Kupferoxyd und Stickstoffoxydgas, indem durch einen Theil ($\frac{3}{5}$) des in der Salpetersäure enthaltenen Sauerstoffs das Metall sich in Oxyd umwandelt, welches sich mit einer andern Portion unzersetzt gebliebner Salpetersäure verbindet, der Stickstoff der Salpetersäure aber mit dem übrigen Sauerstoff ($\frac{2}{5}$) derselben Stickstoffoxyd bildet. Wendet man Quecksilber an, wobei übrigens der Vorgang derselbe, so erhält man es reiner.

Es ist farblos, Geruch und Geschmack sind unbekannt, indem es sich, so bald es mit der Luft in Berührung kommt, oxydirt und in salpetrigsauren Dampf übergeht, spezifisches Gewicht 1,0393, 100 Kubikzoll wiegen 0,16479 preuss. Loth und 1 Kubikfuß 2,8476 pr. Loth, Lichtbrechungsvermögen 1,030. Es ist nicht brennbar, löscht die meisten brennenden Körper aus, angezündeter Phosphor brennt aber in demselben mit lebhaftem Licht; es oxydirt sich an der Luft sogleich, nimmt Sauerstoff auf und geht in salpetrige Säure über. Es besteht aus: 46,95 Stickst. und 53,05 Sauerst., oder aus gleichen Vol. Sttgas und Sstgas, wird durch Glühhitze, durch elektrische Funken in salpetrige Säure (Salpetersäure) und Stickstoff zerlegt, Reines, ausgekochtes Wasser nimmt 0,05 davon auf, desgleichen Oele, Salpetersäure, Eisenoxydsalze. Es gehört, obschon es nicht sauer reagirt, zu den säureähnlichen Körpern, indem es mit Basen Verbindungen eingeht, welche man zwar nicht auf direktem Weg, sondern nur durch lange andauerndes Glühen salpetersaurer Salze darstellen kann.

Das Stickstoffoxydgas spielt bei der Erzeugung der Schwefelsäure eine wichtige Rolle, (siehe oben Seite 169); es entbindet sich bei vielen technisch-chemischen Prozessen, und erscheint dann als salpetrigsaurer Dampf, indem es sich an der Luft oxydirt.

3) Salpetrige Säure, *Acide hyponitreuse (nitreuse)*, *Nitrous acid*, kommt gleichfalls in der Natur gebildet nicht vor, erzeugt sich jedesmal, wenn Stickstoffoxydgas mit Sauerstoffgas in Berührung kommt; 4 Volum des erstern erfordern 1 Volum des letztern. Man kennt die salpetrige Säure im Allgemeinen noch nicht vollständig.

Sie erscheint bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft als ein dunkel rothgelber Dampf, wird bei -20° tropfbar flüssig von dunkelgrüner Farbe, hinterläßt beim Destilliren eine dunkelgelbe Flüssigkeit, weshalb man vermuthen kann, daß sie im reinen Zustand blau gefärbt

sein dürfte. Sie besteht aus: 37,12 Stickst. und 62,88 Sauerst., oder aus 2 Vol. Sttgas und 3 Vol. Sttgas, färbt organische Körper bleibend gelb, ist für die Lungen sehr nachtheilig, bringt Erstickung hervor, wird in Wasser unter Zersetzung aufgenommen, es erzeugt sich Salpetersäure und Stickstoffoxydgas, letzteres entweicht unter Aufbrausen, und wird an der Luft zu salpetriger Säure. Dabei findet ein Farbenwechsel statt ganz ähnlich demjenigen, welcher bei der rauchenden Salpetersäure wird angeführt werden. Die salpetrige Säure oxydirt mächtig oxydirbare Körper: Phosphor, Schwefel, Kohle, Metalle, erstere werden in Säure verwandelt, letztere in Oxyde. Salzsäure, Hydriod-, Hydrobrom-, Hydrothionsäure werden zersetzt, letztere unter Feuererscheinung und Explosion, indem sich Wasser bildet.

Die salpetrige Säure wirkt auf trockne schweflige Säure nicht ein, aber unter Vermittelung von Wasserdampf wird letztere in Schwefelsäure, erstere in Stickstoffoxydgas verwandelt, (siehe bei der Schwefelsäure Seite 169). Hauptanwendung in der technischen Chemie zur Darstellung jener Säure. Salpetrige Säure mit Salpetersäure verbunden gibt rauchende Salpetersäure (siehe weiter unten bei der Salpetersäure); im Goldscheidewasser ist gleichfalls salpetrige Säure vorhanden (siehe oben Seite 213), und wirkt auf Schwefel, Phosphor, Kohlenstoff etc. oxydierend ein, während mit Metallen das Chlor jener Flüssigkeit sich verbindet.

[Verbindungen der salpetrigen Säure:

a) Mit Schwefelsäure. Wenn man ein Gemeng von Stickstoffoxyd- und Sauerstoffgas mit concentrirter Schwefelsäure sperrt, so verschluckt diese die gebildete salpetrige Säure; eben so wenn schweflig- und salpetrigsaures Gas in einem mit atmosphärischer Luft und Wasserdampf erfüllten Raum aufeinander einwirken.

Es bilden sich dann weisse Krystalle, welche bei gelindem Erwärmen schmelzen und aus 80,77 conc. Schwefels. und 19,23 salpetriger S. bestehen, sich bei grösserer Erwärmung, durch Berührung mit Wasser zersetzen, indem das letztere von der Schwefelsäure gebunden wird, und die salpetrige Säure in Stickstoffoxydgas, welches sich an der Luft wieder in salpetrige Säure umwandelt, und in Salpetersäure zersetzt wird. Werden jene Krystalle destillirt, so geht eine Verbindung von Schwefel- und Salpetersäure über, welche durchs Erwärmen nicht getrennt werden kann, specifisches Gewicht 1,94 bis 96. Deshalb ist es wichtig für die Darstellung der Schwefelsäure, dieselbe in den Bleikästen nicht zu lange stehen zu lassen, weil sie sonst leicht Salpetersäure aufnehmen kann, die man durchs Concentriren nicht zu beseitigen im Stande ist.

b) Mit Salpetersäure, rauchende Salpetersäure, (siehe diese weiter unten).

Basen giebt dieselbe salpetrigsaure Salze, *Hyponitrites* u.), welche nicht durch unmittelbare Vereinigung dargestellt können, indem sich dadurch die salpetrige Säure zersetzt. son-
st durch gelindes Glühen der betreffenden salpetersauren Salze, wobei
Stickgas entbunden wird; oder durch Zerlegung von salpetrigsau-
res Oxyd mittelst verschiedener schwefelsaurer Salze. Die salpetrige
Säure wird leicht ausgetrieben.]

Salpetersäure, *Acide nitrique, Nitric acid.* Salpetergeist,
Nitre, *Spirit of Nitre*, Scheidewasser *Eau forte, Aque*
nimmt an Basen gebunden in der Natur vor, an Kali, Natron,
Soda, sowohl im Mineral- als im Pflanzenreich, nicht im iso-
lierten Zustand. Schon im 13ten Jahrhundert war sie bekannt, und
wurde über bloß mittelst Eisenvitriol und Thon (Lehm) aus dem Sal-
peter hergestellt. Der Name Scheidewasser bezieht sich auf das Ver-
mögen vom Silber durch diese Säure zu scheiden, letzteres wird
gelöst, ersteres nicht.

Salpetersäure wird erzeugt, wenn man ein Gemeng von Stickstoff-
stickstoffgas durch Kalialösung sperrt, und eine Anzahl elektri-
schen hindurchleitet. Hiedurch verbinden sich die beiden Gase,
an den Stellen, wo der elektrische Funke sie berührte, es
entsteht Salpetersäure, welche von dem Kali der Sperrflüssigkeit auf-
genommen wird, welches auch seiner Seits durch prädisponirende Ver-
hältnisse den Bildungsprozeß befördern dürfte (?). Setzt man dem
noch etwas Wasserstoffgas hinzu, so ist die Salpetersäurebil-
dung vieles erleichtert, indem durch dieses sich Wasser bildet, wo-
bei beträchtliche Erwärmung stattfindet, und zugleich auch für die
Säure das zu ihrer Existenz nöthige Wasser beschafft wird,
sich aber auch hierbei etwas salpetersaures Ammoniak, (wo-
zu Ammoniak mehr). Auf diesem Weg mag auch in der At-
mosphäre bei Gewittern Salpetersäure entstehen, denn man hat in Re-
gionen, welches nach und während Gewittern sich niederschlug,
in salpetersauren Salzen gefunden. Merkwürdig ist die Erzeu-
gung Salpetersäure aus den Elementen bei dem Prozeß der Salpe-
trung (wovon später unter dem Artikel „Salpeter“ das Nähere).
Diese entstehen aus dem Stickstoff animalischer in Zersetzung, Fäul-
nis Materien, in Berührung mit dem Sauerstoff der atmosphä-
rischen Luft, bei Vorhandensein von Basen, salpetersaure Salze wäh-
rend längern Zeitraums der gegenseitigen Einwirkung.

Man stellt die Salpetersäure allgemein, sowohl im Kleinen als Gro-
ßen, Salpeter (salpetersauren Kali) dar. Zu diesem Entzweck
bringt man eine Tubulatretorte, befestigt sie an einem Retortenhalter

trägt 6 Theile getrockneten gepulverten Salpeter ein, und schüttet durch den Tubulus, oder mittelst eines eignen Trichters mit langem Rohr, eben so viel conc. Schwefelsäure, welche vorher mit 2 Theilen Wasser verdünnt wurde, dazu. In dem Ballon werden 4 Theile Wasser vorgeschlagen, und eine Sicherheitsröhre angebracht; die Vorlage muß durch auftropfendes Wasser gekühlt werden. Es treibt nun die Schwefelsäure die Salpetersäure aus, welche mit Wasserdampf verbunden überdestillirt, und saures schwefelsaures Kali bleibt in der Retorte. Gegen das Ende der Destillation, wenn die Hitze sich vermehrt und die Menge des Wassers abgenommen hat, zersetzt sich ein Theil der Salpetersäure in salpetrige Säure und Sauerstoffgas, denn dieselbe kann aus Wasser nicht bestehen, sie entmischt sich auch durch eine Steigerung der Temperatur über den Siedepunkt des Wassers. Wenn keine Säure mehr übergeht und der Rückstand ganz trocken ist, bricht man die Destillation ab.

[Ehe die Fabrikation der Schwefelsäure so weit gediehen war, als jetzt, und das Fabrikat so wohlfeil, bediente man sich zur Gewinnung des Scheidewassers und der rauchenden Salpetersäure des Eisenvitriols und Thons. Man mengte 8 Theile Salpeter mit 7 Theilen roth calcinirten Vitriol, und destillirte aus irdnen Geräthen (auch aus eisernen Retorten, Kolben), die in einem Galeerenofen gelagert wurden. In den mit der nöthigen Menge Wasser angefüllten, oder auch leer vorgelegten gläsernen oder irdnen Vorlagen sammelt sich die Säure. (Die Anwendbarkeit des Eisens zu Retorten bei dieser Fabrikation beruht auf denselben Gründen, welche bereits Seite 209 angegeben worden sind.) — Durch doppelte Wahlverwandtschaft erzeugt sich aus dem calcinirten Vitriol und Salpeter salpetersaures Eisenoxyd und schwefelsaures Kali, ersteres giebt seine Salpetersäure in der Hitze ab. — Wird Thon angewendet, so nimmt man auf 1 Theil Salpeter 2 bis 3 Theile, mengt dieses wohl und destillirt in gleichen Geräthen. Die Kiesel- und Thonerde im Thon verbinden sich hier mit dem Kali des Salpeters, zu dem sie Verwandtschaft besitzen, und die Salpetersäure geht über. Es erfordert viel Brennmaterial, giebt wenig Ausbeute; zuerst geht eine sehr wässrige Säure über, welche besonders aufgefangen wird, sodann erst die stärkere. Der Rückstand von dieser Destillation, *ciment d'eau-forte*, wird zur Fabrikation des Alauns benutzt, *Chaptal* lehrte zu jenem Gemenz vor der Destillation noch Schwefelsäure hinzufügen, um im Rückstand nach der Destillation fertigen Alaun zu erhalten.]

Man bedient sich jetzt nur der Schwefelsäure zur Zersetzung des Salpeters, und entweder gläserner Retorten, welche in Galeerenöfen in Kapellen lagern, oder eiserner Apparate. Man darf die Retorten nicht über die Hälfte füllen, denn die Masse bläht sich auf, steigt,

wodurch eine Verunreinigung des Destillats, auch Verstopfung entstehen könnte. Die gläserne Vorlage muß gleichfalls geräumig, mit einer Sicherheitsröhre versehen sein, durch welche namentlich Sauerstoffgas, oft auch salpetrigsaure Dämpfe entweichen: besser ist ein Woulfscher Flaschenapparat mit 2 oder 3 Flaschen. Statt gläserner Retorten wendet man eiserner Destillirblasen mit irdnem Helm und Helmrohr an^{*)}, dergleichen 2 bis 3 irdne zweihälsige Flaschen (*bombonnes*), welche durch irdne Röhren mit einander verbunden sind, und durch kaltes Wasser abgekühlt werden. Später vertauschte man die Blasen mit eisernen Cylindern, welche weniger Brennmaterial erforderten, und eine vollkommnere Zersetzung möglich machten, vergleiche Seite 209, nur wendet man gläserne Zuleitungsröhren aus den Cylindern in die ersten Flaschen an, um den Gang des Processes beobachten zu können, und 3 bis 4 Flaschenreihen, von denen die beiden ersten in fließendes Wasser gesetzt werden.

Was das Verhältniß des Salpeters und der Schwefelsäure betrifft, so hat man sehr verschiedenartige Vorschriften gegeben. Nach Untersuchungen von Mitscherlich^{**)} wird geschmolzner Salpeter durch 48,5 g conc. Schwefelsäure (so viel, daß neutrales schwefels. Kali entsteht) nur unvollständig, bei starker Hitze langsam zerlegt, man erhält nur $\frac{2}{3}$ der Salpetersäure; nimmt man 72,6 g conc. Schwefelsäure, (so daß anderthalb schwefels. Kali entsteht) so geht auch etwas Salpeters. verloren, und man muß hohe Hitzegrade anwenden. Wenn man dagegen 96,8 g Säure zusetzt, (so daß zweifach schwefels. Kali entsteht,) so verliert man keine Salpetersäure, die Destillation erfolgt schneller, und zwar bei 120 bis 125°, specif. Gewicht der Salpetersäure 1,523 bei 12,5°; wurde diese rectificirt, so hatte die Säure in der Vorlage 1,54. Nimmt man auf 100 geschmolznen Salpeter 96,8 conc. Schwefels. und 40,5 Wasser, so erhält man eine Säure von 1,40, Destillationshitze 130 bis 132°. — Gewöhnlich wendet man viel zu wenig Schwefelsäure an, auf 100 Theile Salpeter zur Destillation der rauchenden Säure 60 Theile conc. Schwefelsäure, oder 80 Theile von 1,60 spec. Gewicht wenn man eine verdünnte Säure gewinnen will; jedoch ist bei dieser Verdünnung, wenn man eiserne Geräthe anwendet, kein Vortheil, da dieselben dann weit stärker angegriffen werden. Geschmolzner Salpeter giebt die stärkste rauchende Säure.

Da der gewöhnliche Salpeter nicht unbeträchtliche Mengen Chlorkalium, Chlornatrium und salpetersauren Kalk und Magnesia enthält,

^{*)} Siehe *Brande's Manual of chemistry*, Vol. I. p: 354.

^{**)} P. A. Bd, 18, 8, 152.

238 *Salpetersäure, Darstellung u. Verunreinigung derselben.*

und besonders erstere Salze Ursach einer Verunreinigung der Salpetersäure durch Chlor sind, so ist es wichtig, eine reine und gute Salpetersäure darzustellen, den dazu zu verwendenden Salpeter vorher zu reinigen, welches einfach dadurch geschieht, daß man denselben mit wenig kaltem Wasser (4%) einigemal auslaugt, wodurch sich die leichter als Salpeter löslichen fremden Salze auflösen. Nachdem derselbe in Haufen etwas abgetrocknet hat, schüttet man in jeden Cylinder 180 Pfund Salpeter und 150 Pfund conc. Schwefelsäure. Als Kitt wird Thon angewendet, welchen man mit einem Gemenge von Lehm und Rössäpfeln bedeckt. Es wird anfangs bei gelindem, allmählich bei steigendem Feuer destillirt, so lange als noch rothe Dämpfe beobachtet werden. Die Stärke der erhaltenen Säure ist in den einzelnen Flaschenreihen sehr verschieden; in der ersten ist dieselbe am beträchtlichsten, und nimmt allmählich ab bis zur letzten, in welcher man Wasser vorschlagen hatte; hier ist sie sehr unbedeutend. Die Säure in der ersten Flasche ist am meisten verunreinigt, und zwar durch Chlorgas, salpetrige Säure, Schwefelsäure; die in der 2ten und 3ten Flaschenreihe befindliche durch salpetrige Säure; die aus der letzten Flasche wird in der ersten oder zweiten zur folgenden Destillation vorgeschlagen.

Das Chlorgas und die salpetrige Säure sind Folgen der Zersetzung des im Salpeter enthaltenen Chlorkaliums; ein Theil Salpetersäure oxydirt nämlich das Kalium zu Kali, wodurch salpetrige Säure erzeugt und Chlor entbunden wird. Die größte Menge der salpetrigen Säure aber entsteht durch Mangel an hinlänglichem Wasser bei steigender Hitze. Um die Säure hiervon und von der oft noch enthaltenen Schwefelsäure, die gleichfalls zu Ende mit übergeht, zu befreien, destillirt man das Fabrikat aus Glasretorten und fängt die erste Portion besonders auf, bis die Säure anfängt völlig farblos überzugehen, (concentrirte Salpetersäure); dadurch wird Chlor und salpetrige Säure entfernt; das letzte $\frac{1}{10}$ Theil der gesammten Säure wird dann wieder besonders aufgefangen, es enthält Schwefelsäure; auf diese Art gewinnt man die Säure zwar nicht völlig chemisch rein, aber doch bedeutend gereinigt, von einem specif. Gewicht 1,33, oder 36° B. Will man eine verdünnte Salpetersäure erhalten, so kann man entweder die starke rauchende mit Wasser verdünnen, oder man verdünnt die angewendete Schwefelsäure und schlägt auch Wasser vor. — Um die Salpetersäure völlig zu reinigen schlägt man mittelst salpetersaurem Silberoxyd das Chlor, mit salpetersaurem Baryt die Schwefelsäure nieder, und rectificirt, oder man wendet hiezu salpetersaures Bleioxyd an, welches sowohl Chlor, als Schwefelsäure bindet, (zu dem Ende setzen einige dünn gewalztes Blei, oder Bleiglätte hinzu). — Niedergeschlagenes Scheidevasser.

Die Salpetersäure existirt nicht im wasserfreien Zustand, wir kennen sie nur im wasserhaltenden als concentrirte, oder verdünnte Salpetersäure, oder mit salpetriger Säure vermischte als rauchende Salpetersäure. Alle Versuche sie zu entwässern sind fehl geschlagen. Die reinste concentrirte Säure ist nie farblos zu erhalten, weil bei der Destillation stets etwas salpetrige Säure sich erzeugt und die Säure gelblich färbt; farblos ist sie nur bei einem mäßigen Grad der Concentration, über 1.47 wird sie schon gelblich. Sie besitzt einen eignen, nicht unangenehmen Geruch, stößt weiße Dämpfe aus, schmeckt verdünnt (denn concentrirt zerstört sie die organischen Gebilde sogleich) sehr sauer, ohne Beigeschmack, färbt organische Stoffe unter Oxydation bleibend gelb, (Haut, Nägel, wenn man sich mit Salpetersäure beschmutzt, Wolle). Das specifische Gewicht wird verschieden angegeben: *Gay-Lussac* 1,510 bei 18°, *Thénard* 1,513, *Kirwan* 1,553. Sie kocht bei 86°, wird dadurch gelb gefärbt, indem eine Zersetzung beginnt, sie wird allmählig weniger concentrirt, bis zu einem specif. Gewicht 1,42, welche Säure bei 120° kocht und fünfmal mehr Wasser enthält, als die concentrirteste; sie gefriert desto schwieriger, je mehr sie concentrirt ist, die stärkste bei — 50°. Die wasserfreie Säure besteht aus: 26,15 Stickstoff und 73,85 Sauerst., oder aus 2 Vol. Sttgas und 5 Vol. Sstgas; die concentrirteste aus: 85,75 wasserfreier Säure und 14,25 Wasser. Sie wird am Lichte allmählig, durch Glühhitze vollkommen in salpetrige Säure und Sauerstoffgas zerlegt; eine Säure von 1,32 wird durchs Licht nicht mehr entmischt. Oxydirbare Stoffe entziehen ihr sowohl bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft, als auch mittelst Erwärmung Sauerstoff, Wasserstoffgas z. B. bildet Wasser, und Stickstoffgas bleibt übrig; Phosphor, Schwefel, Kohle, (kohlenstoffige Substanzen, organische Materien, Zucker, Gummi, Stärkemehl etc.) entbinden Stickstoffoxydgas, manchmal selbst mit Stickstoffoxydul- und Stickgas gemengt, und es entstehen Phosphor-, Schwefel-, Kohlensäure, Oxalsäure, (Aepfelsäure); unvollkommen oxydirte Säuren wandeln sich in vollkommen oxydirte um, wie schweflige, phosphorige Säure; Stickstoffoxydgas wird von der Salpetersäure bedeutend absorbirt, besonders im concentrirten Zustand, wodurch dieselbe, unter Abgabe und jenes durch Aufnahme von Sauerstoff zu salpetriger Säure umgewandelt wird; (künstliche rauchende Säure).

Salpetersäure oxydirt viele Metalle, und löst sie dann meistens auf, dies ist jedoch nicht der Fall mit Zinn und Antimon, ersteres wird in Zinnoxidhydrat, letzteres in basisch salpeters. Antimonoxyd verwandelt; dagegen lösen sich Zink, Eisen, Blei, Wismuth, Kupfer, Silber etc., mittelst gelinder Wärme sehr leicht auf. Es ist merkwür-

240 Salpetersäure, Eigenschaften derselben, Dichtigkeit

dig, daß eine Säure von 1,48 Zimm, selbst bei gelinder Wärme aus nicht oxydirt, verdünnt man sie aber mit sehr wenig oder gießt man ein wenig stärkere Säure zu, so erfolgt eine Oxydation. Von der Salpetersäure werden nicht oxydirt: Gold, Rhodium, Iridium, Chrom, Titan, Tantal, Wolfram, Cerer; P löst sich in der Säure unter Entbinden von salpetriger Säure au rend die andern Metalle nur Stickstoffoxydgas, zum Theil mit gemengt, entwickeln.

Mit Wasser läßt sich die conc. Salpetersäure in jedem Ve mischen, wobei eine beträchtliche Erwärmung und Verdichtu findet; sie zieht selbst Wasser an, muß daher in gut verschloß fäßen aufbewahrt werden. Man hat über die relative Dichtigk Gemengs von concentrirter Säure und Wasser Tabellen von Richter, Dalton, Davy, Ure,*) Meissner;**) die frühern Tabel darum weniger zuverlässig, weil die Verfertiger nicht bestimmt ben haben, ob die Normal säure reine nicht rauchende, oder rei chende, oder ein Gemisch beider war. Ure bediente sich ei malsäure von 1,50, Meissner von 1,56.

1. T a b e l l e

über die Mischungen aus Salpetersäure und Wa
Nach Versuchen von Meissner.

Salpe- tersäure von 1,56 spec. Gew.	Specif. Gew. bei 17,5°.	Salpe- tersäure von 1,56 spec. Gew.	Specif. Gew. bei 17,5°.	Salpe- tersäure von 1,56 spec. Gew.	Specif. Gew. bei 17,5°.	Salpe- tersäure von 1,56 spec. Gew.
100	1,560	86	1,518	72	1,469	58
99	1,557	85	1,514	71	1,465	57
98	1,554	84	1,511	70	1,461	56
97	1,551	83	1,508	69	1,457	55
96	1,548	82	1,505	68	1,453	54
95	1,545	81	1,501	67	1,449	53
94	1,542	80	1,498	66	1,445	52
93	1,539	79	1,495	65	1,441	51
92	1,536	78	1,491	64	1,437	50
91	1,533	77	1,487	63	1,433	49
90	1,530	76	1,483	62	1,428	48
89	1,527	75	1,480	61	1,423	47
88	1,524	74	1,477	60	1,418	46
87	1,521	73	1,473	59	1,413	45

*) U. D. pag. 71.

**) Meissners Anfangsgr. d. chemisch. Theils d. Naturw. Bd. 2. S. 855.

Salpe- tersäure von 1,56 spec. Gew.	Specif. Gew. bei 17,5°.	Salpe- tersäure von 1,56 spec. Gew.	Specif. Gew. bei 17,5°.	Salpe- tersäure von 1,56 spec. Gew.	Specif. Gew. bei 17,5°.	Salpe- tersäure von 1,56 spec. Gew.	Specif. Gew. bei 17,5°.
44	1,311	33	1,239	22	1,155	11	1,072
43	1,314	32	1,231	21	1,147	10	1,065
42	1,306	31	1,223	20	1,139	9	1,058
41	1,299	30	1,215	19	1,131	8	1,051
40	1,292	29	1,207	18	1,123	7	1,044
39	1,284	28	1,200	17	1,115	6	1,038
38	1,277	27	1,193	16	1,108	5	1,032
37	1,270	26	1,185	15	1,101	4	1,025
36	1,262	25	1,177	14	1,093	3	1,018
35	1,254	24	1,169	13	1,086	2	1,012
34	1,246	23	1,162	12	1,079	1	1,006

2. T a b e l l e

des specifischen Gewichts der mit Wasser verdünnten Salpetersäure.

Nach Ure's Versuchen.

Specif. Gew. d. Säure.	Flüs- sige Säure Proc.	Trockne Säure Proc.	Specif. Gew. d. Säure.	Flüs- sige Säure Proc.	Trockne Säure Proc.	Specif. Gew. d. Säure.	Flüs- sige Säure Proc.	Trockne Säure Proc.
1,5000	100	79,700	1,4269	77	61,369	1,3163	54	43,028
1,4950	99	78,903	1,4228	76	60,572	1,3110	53	42,211
1,4900	98	78,106	1,4189	75	59,775	1,3056	52	41,414
1,4840	97	77,309	1,4147	74	58,978	1,3001	51	40,647
1,4810	96	76,512	1,4107	73	58,181	1,2947	50	39,850
1,4660	95	75,715	1,4065	72	57,384	1,2887	49	39,053
1,4650	94	74,919	1,4023	71	56,587	1,2826	48	38,256
1,4620	93	74,121	1,3979	70	55,790	1,2765	47	37,459
1,4790	92	73,324	1,3945	69	54,993	1,2705	46	36,662
1,4760	91	72,527	1,3892	68	54,196	1,2644	45	35,865
1,4730	90	71,730	1,3853	67	53,399	1,2583	44	35,068
1,4700	89	70,933	1,3783	66	52,602	1,2523	43	34,271
1,4670	88	70,136	1,3732	65	51,805	1,2462	42	33,474
1,4640	87	69,339	1,3681	64	51,008	1,2402	41	32,677
1,4600	86	68,542	1,3630	63	50,211	1,2341	40	31,880
1,4570	85	67,745	1,3579	62	49,414	1,2287	39	31,083
1,4530	84	66,949	1,3529	61	48,617	1,2212	38	30,286
1,4500	83	66,155	1,3477	60	47,820	1,2148	37	29,489
1,4460	82	65,354	1,3427	59	47,023	1,2084	36	28,692
1,4424	81	64,557	1,3376	58	46,226	1,2019	35	27,895
1,4385	80	63,760	1,3325	57	45,429	1,1954	34	27,098
1,4346	79	62,963	1,3270	56	44,632	1,1890	33	26,301
1,4306	78	62,166	1,3216	55	43,835	1,1827	32	25,504

Specif. Gew. d. Säure.	Flüs- sige Säure Proc.	Trockne Säure Proc.	Specif. Gew. d. Säure.	Flüs- sige Säure Proc.	Trockne Säure Proc.	Specif. Gew. d. Säure.	Flüs- sige Säure Proc.
1,1770	31	24,707	1,1109	20	15,940	1,0485	9
1,1709	30	23,900	1,1051	19	15,143	1,0430	8
1,1648	29	23,113	1,0993	18	14,346	1,0375	7
1,1587	28	22,316	1,0935	17	13,549	1,0320	6
1,1526	27	21,519	1,1878	16	12,752	1,0267	5
1,1465	26	20,722	1,0821	15	11,955	1,0212	4
1,1403	25	19,925	1,0764	14	11,158	1,0159	3
1,1345	24	19,128	1,0708	13	10,361	1,0106	2
1,1286	23	18,331	1,0651	12	9,564	1,0053	1
1,1227	22	17,534	1,0596	11	8,767		
1,1168	21	16,737	1,0540	10	7,970		

Siedepunkte verschieden starker Salpetersäure nach Dalton:

Salpeters. von 1,50 kocht bei 99°	Salpeters. von 1,35 kocht bei
„ „ 45 „ „ 115	„ „ 30 „
„ „ 42 „ „ 120	„ „ 20 „
„ „ 40 „ „ 119	„ „ 15 „

Die im Handel vorkommende Salpetersäure hat gewöhnlich ein Gewicht von 1,19, 1,22, 1,33, 1,48, und führt danach die Namen faches, doppeltes Scheidewasser. Man stellt die verschiedenen Grade der Concentration durchs Vermischen von rauchender Salpetersäure mit Wasser dar, wobei freilich immer etwas Verlust an salpetrige Säure stattfindet.

a) Wasserfreie salpetrige Salpetersäure, *Acide nitreuse* nach französischen Chemiker, von Gay-Lussac und Dulong dargestellt. Man destillirt vollkommen trocknes salpetersaures Bleioxyd in die Vorlage durch eine Frostmischung auf -20° abgekühlt; es scheidet sich Säure über und Sauerstoffgas entweicht durch eine Sicherheitsröhre; Bleioxyd bleibt in der Retorte zurück.

Eine Flüssigkeit von verschiedner Farbe nach ihrer verschiedenen Dichtigkeit: bei -20° farblos, bei 0° wachsgelb, bei $+15^{\circ}$ gelblich; sie hat einen starken Geruch, schmeckt sehr scharf, sauer, specif. Gewicht 1,451 (Melsner giebt 1,63 an), zerstört organische Körper mächtig, färbt sie gelb, kocht schon bei 28° , giebt auch orangefarbne Dämpfe, besteht aus: 41,34 salpetriger Säure, 58,66 trockner Salpetersäure, oder aus 30,68 Stickst. und 69,32 Sauerst. oder aus 1 Vol. Stgas und 2 Vol. Sotgas, ihr sonstiges Verhalten der salpetrigen und Salpetersäure ganz analog; sie wird von Salpeter verschluckt, je stärker die Säure, desto mehr nimmt sie auf; ein Gewicht von 1,51 wird dadurch braun, von 1,41 gelb, von 1,32 grün. Man kann zu einer mit dieser Doppelsäure gesättigten concentrirten Sal-

säure Wasser hinzu, so wird die Farbe nach Maßgabe des eben mitgetheilten verändert. Ganz gleiche Farbenercheinungen gewährt ein Zusatz von Wasser zur salpetrigen Salpetersäure selbst, hierbei findet aber eine Zersetzung eines Theils der salpetrigen Säure statt in Salpetersäure und Stickstoffoxydgas, welches sich entbindet (vergleiche Seite 234). Mit Basen giebt sie keine eignen Salze.]

b) Wasserhaltende salpetrige Salpetersäure, oder Verbindung von wasserfreier salpetriger Salpetersäure mit conc. wasserhaltender Salpetersäure. Dies ist die schon öfters erwähnte rauchende Salpetersäure, rauch. Salpetergeist, über deren Gewinnungsart bereits oben Seite 237 das nöthige mitgetheilt worden ist.

Sie erscheint, nach dem verschiedenen Gehalt an jener Doppelsäure, bald dunkelroth, bald gelbroth, stößt an der Luft rothe Dämpfe von salpetriger Säure aus; specifisches Gewicht der stärksten nach *Meißner* 1,56, (aus geschmolzenem Salpeter bereitet) gewöhnlich 1,50, oder 1,48. Verdünnt man dieselbe mit Wasser, so erfolgt dasselbe Farbenspiel, dessen unter a) erwähnt wurde. Eine Tabelle über die verschiedene Dichtigkeit von Mischungen der Art hat *Meißner* geliefert.

T a b e l l e

über die Dichtigkeit der Mischungen rauchender Salpetersäure mit Wasser.

Nach Versuchen von *Meißner*.

Rau- chende Salpeter- säure von 1,56 spec. Gew. Procente.	Specif. Gew. bei 17,5°.	Rau- chende Salpeter- säure von 1,56 spec. Gew. Procente.	Specif. Gew. bei 17,5°.	Rau- chende Salpeter- säure von 1,56 spec. Gew. Procente.	Specif. Gew. bei 17,5°.	Rau- chende Salpeter- säure von 1,56 spec. Gew. Procente.	Specif. Gew. bei 17,5°.
100	1,560	88	1,483	76	1,424	64	1,367
■	1,552	87	1,478	75	1,419	63	1,362
■	1,544	86	1,473	74	1,414	62	1,357
97	1,537	85	1,468	73	1,409	61	1,352
96	1,530	84	1,463	72	1,404	60	1,346
95	1,524	83	1,459	71	1,399	59	1,340
94	1,518	82	1,454	70	1,395	58	1,334
93	1,512	81	1,449	69	1,391	57	1,328
92	1,506	80	1,444	68	1,387	56	1,323
91	1,500	79	1,439	67	1,382	55	1,318
90	1,494	78	1,434	66	1,377	54	1,313
89	1,488	77	1,429	65	1,372	53	1,308

244 *Specif. Gewichte der verdünnt. rauch. Salpeters.*

Rau- chende Salpeter- säure von 1,56 spec. Gew. Procente.	Specif. Gew. bei 17,5°.	Rau- chende Salpeter- säure von 1,56 spec. Gew. Procente.	Specif. Gew. bei 17,5°.	Rau- chende Salpeter- säure von 1,56 spec. Gew. Procente.	Specif. Gew. bei 17,5°.	Rau- chende Salpeter- säure von 1,56 spec. Gew. Procente.
62	1,302	39	1,226	26	1,144	13
51	1,296	38	1,220	25	1,138	12
50	1,290	37	1,214	24	1,132	11
49	1,285	36	1,207	23	1,127	10
48	1,280	35	1,200	22	1,122	9
47	1,274	34	1,193	21	1,116	8
46	1,268	33	1,186	20	1,110	7
45	1,262	32	1,180	19	1,104	6
44	1,256	31	1,174	18	1,098	5
43	1,250	30	1,168	17	1,092	4
42	1,244	29	1,162	16	1,087	3
41	1,238	28	1,156	15	1,082	2
40	1,232	27	1,150	14	1,077	1

Die Salpetersäure bildet mit den Basen salpetersaure *Nitrates*, welche durch unmittelbare Vereinigung sowohl, als a Theil wenigstens im Großen durch einen eignen Prozeß gewonnen, welcher beim Salpeter genauer wird beschrieben werden, in Wasser löslich, krystallisirbar, besitzen einen salzig-kühlen schmack, entwickeln in der Glühhitze Sauerstoffgas, und wer durch erst in salpetrige Säure Salze, dann unter Entweichen von stoff- und Sauerstoffgas in Stickstoffoxyd-Verbindungen reducirt (Seite 76 und 235); sie detoniren mit brennbaren Körpern geme erhitzt, indem sie Sauerstoff an jene abtreten, wodurch Stic frei wird. Mehrere von ihnen sind technisch wichtig.

Anwendung der Salpetersäure. Zur Fertigung verschiedner auflösungen wird dieselbe gebraucht, zur Lösung des Silbers, Sc von Gold (wovon unter „Gold“ specieller, im Großen ist die zels nicht rathsam wegen des hohen Preises der Salpetersäur Zinks, Bleies, Eisens, Wismuths für Färber, Kattundrucker; des silbers für Hutmacher (*Sécérétage*), für Vergolder (Quickwasse Kupfers etc. Die Kupferstecher gebrauchen zum Aetzen ver starke Salpetersäure, (1,15 bis 1,17) die sie sich selbst mit H Senkspindeln mischen. Da bei dem Aetzen Stickstoffoxydgas fr welches sich an der Luft in salpetrige Säure verwandelt, welche d gen leicht nachtheilig wird, so ist es wünschenswerth, den Pr einem zweckmäßig eingerichteten Apparat vorzunehmen; die Ab eines solchen findet man in den Verhandlungen des Gewerbeverei S. 111. Eben so gebraucht man diese Säure zum Aetzen in St:

derographie, in Stein bei der Lithographie; die Metallarbeiter gebrauchen sie zum Beitzen des Metalls. Zur Darstellung des Königswassers, der Schwefelsäure, (siehe oben Seite 172), der Sauerkleesäure wird dieselbe, so wie zur Auflösung mancher Erze, bei Analysen zur Oxydation von Schwefelmetallen angewendet. Man bedient sich endlich derselben um auf Seide ein dauerhaftes Gelb, und wenn sie blau gefärbt, Grün zu erzeugen; desgleichen druckt man dieselbe, stark verdünnt, auf wollne Zeuge, um gelbe Muster hervorzubringen, man beitzt Nussbaumholz dunkelgelb mit Salpetersäure.

Der Stickstoff verbindet sich mit Wasserstoff in zwei Verhältnissen, von denen die eine Verbindung noch nicht isolirt dargestellt worden ist.

1) Ammoniak, *Ammoniaque*, *Ammonia*, flüchtiges Alkali, fl. Laugensalz, *Alcali volatil*, *Volatile alcali*, wurde erst im vorigen Jahrhundert vom kohlen-sauren Ammoniak unterschieden. In der Natur kommt es nicht im freien Zustand vor, aber einige seiner Verbindungen mit Säuren, als schwefelsaures, phosphor- und boraxsaures, salzsaures, essigsaures Ammoniak, sowohl im Mineral- als Thierreich (im Urin); neuerdings hat man es in mehreren Eisenoxyderzen, Thonfossilien aufgefunden.

Ammoniak bildet sich, wenn man durch ein Gemeng von Stickstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffgas elektrische Funken leitet, das Product ist salpetersaures Ammoniak, (vergl. oben Seite 231); wenn man mittelst Salpetersäure Zinn oxydirt, erzeugt sich dasselbe Salz, indem durchs Zinn nicht bloß die Salpetersäure, sondern auch das Wasser zersetzt wird, wodurch der Stickstoff der erstern mit dem Wasserstoff des letztern zusammentretend Ammoniak bildet. Wenn stickstoffhaltige Thierkörper faulen, oder einer trocknen Destillation unterworfen werden, entbinden sich Ammoniaksalze, mehr hiervon unter dem Artikel „kohlen-saures Ammoniak, Hirschhornsalz“); durch Zersetzung von Cyanverbindungen, cyaniger Säure, Hydrocyansäure u. a. m. Den Gehalt an Ammoniak in Eisenoxyderzen*), im Rost (Eisenoxydhydrat), erklärt man durch die Eigenschaft des Eisens unter Vermittelung der Kohlensäure der Luft Wasser zu zerlegen, wo dann aus dem Wasserstoff desselben und dem Stickstoff der atmosphärischen Luft Ammoniak sich gebildet hat.

Ammoniakgas stellt man also dar: Man mengt gleiche Gewichtstheile Salmiak und gebrannten Kalk im gepulverten Zustand, schüttet das Gemeng in einen Kolben mit Gasröhre, giebt gelinde, allmählig steigende Hitze, und fängt das Gas im Quecksilberapparat auf. Will man es völlig trocken haben, so leitet man es vorher noch über geglühtes Chlor-

*) Chevallier in P. A. Bd. 14. S. 147.

calcium. Erklärung. Der Kalk = Calciumoxyd und der Salmiak = Chlorammonium (Ammonium = Ammoniak + Wasserstoff) zersetzen sich gegenseitig, es entstehen Chlorcalcium, aus dem Sauerstoff des Kalks und dem Ueberschuß an Wasserstoff im Ammonium Wasser, und Ammoniak wird entbunden. Diese Zersetzung fängt schon beim Mischen an, daher Augen und Nase von dem sich entwickelnden Gas gereizt werden (das Gemeng nennt man auch englisches Riechsalz.)

Das Ammoniakgas ist farblos, besitzt einen höchst durchdringenden Geruch, einen scharfen, brennenden Geschmack, reagirt alkalisch, bräunt schon in einiger Entfernung Curcumapapier; specifisches Gewicht 0,591 100 Kubikzoll wiegen 0,09374 pr. Loth, 1 Kubikfuß 1,6198 pr. Lot Lichtbrechungsvermögen 1,309 *Dulong*. Es wird durch eine Kälte von -40° , auch bei $+10^{\circ}$ durch einen Druck von mehreren Atmosphären tropfbar flüssig, bildet eine farblose Flüssigkeit von 0,76 specifische Gewicht, welche bei $+10^{\circ}$ Dämpfe bildet von 6,5 Atmosphären Spannung. Es unterhält das Verbrennen nicht, löscht brennende Körper aus und ist selbst in atmosphärischer Luft nicht brennbar, verbrennt aber in Sauerstoffgas mit gelber Flamme; zum Einathmen ist es nicht tauglich, erregt Brustkrampf und Erstickung. Es besteht aus: 82,54 Stickst. und 17,46 Wasserst., oder aus 1 Vol. Sticks. und 3 Vol. Wstgas, wird durch Rothglühhitze nicht zersetzt wenn es durch glasierte Porzellanröhren geleitet wird, von nicht zu geringem Durchmesser, ist aber die Röhre mit Porzellanstückchen, Metalldrähten gefüllt, und die Hitze gesteigert, so erfolgt eine Zersetzung, desgleichen durch elektrische Funken sehr allmähig unter Verdoppelung des Volums. Mengt man Ammoniak- und Sauerstoffgas und leitet das Gemeng durch glühende Röhren oder führt elektrische Funken hindurch, so erfolgt eine heftige Explosion, Wasser bildet sich, Stickstoffgas wird abgeschieden. Bringt man Chlor- und Ammoniakgas zusammen, so erfolgt unter Feuererscheinung eine Zersetzung, Salzsäure bildet sich, Stickstoffgas wird entbunden. Leitet man Chlorgas in Ammoniakflüssigkeit, so bildet sich bei überwiegendem Ammoniak Salmiak und Stickstoffgas wird frei, bei überwiegendem Chlor aber Salmiak und Chlorstickstoff, von welchem weiter unten das Nähere angegeben werden wird. Jod absorbirt Ammoniakgas, und bildet Jodstickstoff und hydriodsaures Ammoniak; Schwefel zerlegt es nur mit Hülfe der Wärme, Stickstoffgas wird abgeschieden, hydrothionsaures Ammoniak gebildet. Bringt man Ammoniak und salzsaures Gas zusammen, so erzeugen sich dicke weisse Nebel von Salmiak; man entdeckt dadurch die kleinsten Mengen von Ammoniak, daß man ein in Salzsäure getauchtes Stäbchen der Flüssigkeit nähert, in welcher freies Ammoniak vermuthet wird.

Das Wasser absorbiert das Ammoniakgas in einem höchst ausgezeichneten Grad, nach *Davy* nimmt Wasser bei $+ 10^{\circ}$ 670 Volum von jenem Gas auf, und vermehrt sein Gewicht dadurch fast um die Hälfte; bei der mittlern Lufttemperatur nimmt das Wasser 460 Volum Gas, oder $\frac{1}{2}$ seines Gewichts auf; dabei wird viel Wärme entwickelt, so daß selbst Eis und Schnee mit Ammoniakgas in Berührung schmelzen. Das Product dieser Vereinigung führt den Namen Ammoniakflüssigkeit, *Ammoniaque liquide*, *Liquid Ammonia*, Salmiakgeist, *Espirit de sel ammoniac*, *Spirit of Sal ammoniac*. *Black* lehrte diese Flüssigkeit 1756 darstellen.

Bereitung des Salmiakgeistes im Kleinen. Man leitet das Gas in ein mit destillirtem Wasser gefülltes Gefäß, oder in einen *Woulfschen* Flaschenapparat, welche Gefäße durch Wasser stets abgekühlt werden müssen; auf 1 Theil des Gemengs zur Ammoniakherzeugung nimmt man 1, $1\frac{1}{2}$, 2 Theile Wasser, je nachdem man das Präparat stärker oder schwächer haben will. Die das Gas zuleitende Röhre muß in die Flüssigkeit so tief als möglich eintauchen, damit das Gas durch die ganze Flüssigkeitssäule emporsteige. Die Retorte, oder der Kolben, darf nur zu $\frac{1}{2}$ gefüllt werden, da sich die Masse etwas aufbläht; man bedient sich eines Kitts aus Eiweiß und Kalk, mit welchem die Fugen und Stüpel verstrichen werden.

Darstellung im Großen. Man bedient sich statt des Salmiaks auch des wohlfeilern schwefelsauren Ammoniaks bei gleichen Mengungsverhältnissen, obschon das letztere Salz nur 29% Ammoniak, ersteres 33% liefert; man verwandelt den Kalk durchs Befeuchten mit Wasser in ein Hydrat, destillirt aus Glasretorten, die in Sandkapellen liegen, siehe Taf. IV. Fig. 11 u. 12, mit vorgelegten Ballons, oder man wendet eiserne Geräthe an; irdne Retorten oder Kolben sind nicht wohl anwendbar, weil sie erstens porös sind, zweitens auch durch den im Innern nach dem Gebrauch noch anklebenden salzsauren Kalk, welcher Wasserdämpfe anzieht und zerfließt, von Feuchtigkeit durchdrungen werden, so daß sie bei einer zweiten Anwendung bersten, indem sich die in die Poren eingedrungene Flüssigkeit in Dämpfe verwandelt, und die Retorten zersprengt. Kaum zweimal ist eine solche Retorte zu gebrauchen. Hiedurch wird diese Verfahrungsweise kostspielig. Auch die Glasretorten, wenn man das Gas trocken entwickelt, erleiden große Hitze, kommen dem Schmelzen nahe, und können nur einmal gebraucht werden, da das Chlorcalcium sehr fest anhaftet, weshalb die Retorte, um dieses herausnehmen zu können, zerschlagen werden muß. Man bedient sich deshalb eiserner Retorten, oder auch eiserner Destillirblasen, in welche das Gemeng durch eine luftdicht mittelst eines eisernen Pfropfs zu verschließende

Oeffnung geschüttet wird. Der Hals der Retorte, oder das Helmrohr, wird durch eine luftdicht eingepasste eiserne Röhre verlängert, und in diese eine Glas- oder Bleiröhre gekittet, welche nach einem *Woulfschen* Apparat führt. Die erste Flasche wird nicht mit Wasser gefüllt, hat eine Oeffnung am Boden, mit Pfropfen versehen, um aus derselben das sich niederschlagende empyreumatische mit vielem Ammoniak gesättigte Oel ablassen zu können, indem der zur Darstellung des Salmiakgeistes gebrauchte Salmiak, oder das schwefelsaure Ammoniak, nicht immer völlig rein ist, nicht selten noch empyreumatisches Oel enthält, weshalb jene Vorsicht nothwendig. Die zweite und dritte Flasche ist mit Wasser angefüllt, letztere enthält einen schwachen Salmiakgeist, sie wird bei einer wiederholten Darstellung in die zweite entleert. Wenn man den nöthigen Kalk vorher zu Hydrat verwandelt, oder zu steifen Kalkbri, so erfolgt die Entwicklung des Gases, wegen der zugleich sich bildenden Wasserdämpfe, leichter. Man bedient sich dieses Verfahrens besonders in Apotheken.

Der Salmiakgeist ist eine farblose Flüssigkeit, von starkem Geruch nach Ammoniak, von einem ätzenden Geschmack, specifisches Gewicht des concentrirtesten 0,875 (Gehalt an Ammoniakgas 32,5% *Davy*), nach *Dalton* 0,85, (Gehalt 35,3%); Siedepunkt — 4°, gefriert bei — 40°, wird trüb, und setzt kleine seidenglänzende Nadeln ab, verliert den Geruch. Er reagirt alkalisch, lässt sich mit Wasser verdünnen, specif. Gewicht des gewöhnlichen 0,96 bis 0,965, (Gehalt 10 bis 9,65% Ammoniak).

Tabellen über das specif. Gewicht verschiedner Gemenge von Ammoniakgas und Wasser haben *Dalton*, *Davy*, *Ure**) und *Meissner***) geliefert; erstere ist nur auf wenige Versuche gebaut.

1. T a b e l l e
über den Gehalt an Ammoniak im Salmiakgeist,
nach *Davy*.

Specif. Gew. des Salmiakgeistes	Ammoniak- procente	Specif. Gew. des Salmiakgeistes	Ammoniak- procente
0,8750	32,50	0,9435	14,53
0,8875	29,25	0,9476	13,46
0,9000	26,00	0,9513	12,40
0,9054	25,37	0,9545	11,56
0,9166	22,07	0,9573	10,82
0,9255	19,54	0,9597	10,17
0,9326	17,52	0,9619	9,60
0,9385	15,88	0,9692	9,50

*) U. D. p. 156. **) A. a. O.

2. T a b e l l e

über den Gehalt an Ammoniak im Salmiakgeist,
von *Ure*.

Salmiakgeist von 0,9 spec. Gewicht	Ammoniak- procente	Spec. Ge- wicht durch Versuche	Mittleres spec. Gewicht
100	26,500	0,9000	
95	25,175	0,9045	0,90452
90	23,850	0,9090	0,90909
85	22,525	0,9133	0,91370
80	21,200	0,9177	0,91838
75	19,875	0,9227	0,92308
70	18,550	0,9275	0,92780
65	17,225	0,9320	0,93264
60	15,900	0,9363	0,93750
55	14,575	0,9410	0,94241
50	13,250	0,9455	0,94737
45	11,925	0,9510	0,95238
40	10,600	0,9564	0,95744
35	9,275	0,9614	0,96256
30	7,950	0,9662	0,96774
25	6,625	0,9716	0,97297
20	5,300	0,9768	0,97826
15	3,975	0,9828	0,98360
10	2,650	0,9887	0,98900
5	1,325	0,9945	0,99447

3. T a b e l l e

über Mischungen von Salmiakgeist und Wasser,
nach *Meissner*.

Salmi- akgeist von 0,883 sp. Gewicht pCte.	Spec. Ge- wicht bei 17,5°	Salmi- akgeist von 0,883 sp. Gewicht pCte.	Spec. Ge- wicht bei 17,5°	Salmi- akgeist von 0,883 sp. Gewicht pCte.	Spec. Ge- wicht bei 17,5°	Salmi- akgeist von 0,883 sp. Gewicht pCte.	Spec. Ge- wicht bei 17,5°
100	0,8830	92	0,8925	84	0,9011	76	0,9088
99	0,8842	91	0,8936	83	0,9021	75	0,9098
98	0,8854	90	0,8947	82	0,9031	74	0,9107
97	0,8866	89	0,8958	81	0,9041	73	0,9117
96	0,8878	88	0,8969	80	0,9050	72	0,9127
95	0,8890	87	0,8980	79	0,9059	71	0,9137
94	0,8902	86	0,8991	78	0,9068	70	0,9147
93	0,8914	85	0,9001	77	0,9078	69	0,9157

Salmiakgeist von 0,883 sp. Gewicht pCte.	Spec. Gewicht bei 17,5°	Salmiakgeist von 0,883 sp. Gewicht pCte.	Spec. Gewicht bei 17,5°	Salmiakgeist von 0,883 sp. Gewicht pCte.	Spec. Gewicht bei 17,5°	Salmiakgeist von 0,883 sp. Gewicht pCte.	Spec. Gewicht bei 17,5°
68	0,9167	51	0,9348	34	0,9540	17	0,9766
67	0,9177	50	0,9360	33	0,9552	16	0,9780
66	0,9187	49	0,9371	32	0,9564	15	0,9794
65	0,9198	48	0,9382	31	0,9577	14	0,9808
64	0,9208	47	0,9393	30	0,9590	13	0,9822
63	0,9219	46	0,9404	29	0,9603	12	0,9836
62	0,9229	45	0,9415	28	0,9616	11	0,9851
61	0,9239	44	0,9426	27	0,9629	10	0,9865
60	0,9250	43	0,9437	26	0,9643	9	0,9879
59	0,9260	42	0,9448	25	0,9657	8	0,9893
58	0,9271	41	0,9459	24	0,9670	7	0,9907
57	0,9282	40	0,9470	23	0,9684	6	0,9921
56	0,9293	39	0,9481	22	0,9697	5	0,9934
55	0,9304	38	0,9492	21	0,9711	4	0,9948
54	0,9315	37	0,9504	20	0,9725	3	0,9961
53	0,9326	36	0,9516	19	0,9738	2	0,9974
52	0,9337	35	0,9528	18	0,9752	1	0,9987

Der Salmiakgeist muß in völlig luftdicht verschlossnen Flaschen an kühlen Orten aufbewahrt werden, denn einmal entbindet sich aus ihm Ammoniakgas, er wird schwächer, und zweitens zieht er Kohlensäure aus der Luft an, wird kohlensauer. Man erkennt dies, wenn man in ein Glas, in welchem sich verdünnte Schwefelsäure befindet, Salmiakgeist schüttet, durchs Aufbrausen. Enthält derselbe etwas stinkendes Oel, so verräth sich dasselbe dadurch, daß bei Zusatz von concentr. Schwefelsäure die Farbe der Flüssigkeit gelb-bräunlich wird; endlich kann er noch salzsaures Ammoniak enthalten, dies findet man dadurch, daß man die Flüssigkeit mit reiner Salpetersäure neutralisirt und salpetersaures Silberoxyd hinzusetzt, wodurch Chlorsilber sich niederschlägt, wenn Salmiak vorhanden ist.

Anwendung des Salmiakgeistes in der Chemie, in der Medicin, Färberei zum Schönen der blauen Farbe durch blausaures Kali gefärbt, um derselben einen Veilchenton zu geben, des Holzblaus; bei der Fabrication des Schnupstabaks; zum Auflösen des rothen Karmins; zum Fleckausmachen etc.

[2) Ammonium, (Ammoniakmetalloid) ist noch nicht isolirt dargestellt worden, wird mit Quecksilber verbunden erhalten, wenn man ein Ammoniaksalz mit Quecksilber in Berührung in den Kreis der Volta'schen Elektricität bringt, das letztere mit dem — Pol, ersteres mit dem + Pol verbindet. Es erfolgt eine Zersetzung des Salzes und des

begleitenden Wassers, am $+$ Pol entbindet sich die Säure und Sauerstoffgas, am $-$ Pol schwillt das Quecksilber auf das 5 bis 6 fache Volum auf, wird bleigrau, steif, krystallisirt beim Erstarren. Diese amalgamartige Verbindung entmischt sich von selbst, noch leichter mit Wasser, Alkohol und Aether in Berührung, es entbindet sich Ammoniak- und Wasserstoffgas, und zwar von letzterm $\frac{1}{2}$ Volum des im Ammoniakgas enthaltenen Wasserstoffgases. Es muß daher das Ammonium $\frac{1}{2}$ Wasserstoff mehr enthalten, als das Ammoniak. Alle Versuche, das Ammonium unzersetzt abzuscheiden, sind fehlgeschlagen.]

Der Stickstoff verbindet sich mit Kohlenstoff zu einer Gasart, Blau- oder Cyangas, *Cyanogène**), *Azoture de Carbone*, *Cyanogen*, *carburet of Nitrogen*, von Gay-Lussac 1814 entdeckt, kommt in der Natur nicht vor. Es bildet sich nicht unmittelbar aus beiden Bestandtheilen, sondern auf indirektem Weg, wenn man stickstoffhaltige thierische Substanzen mit fixen Alkalien glüht, wobei sich Cyanmetalle erzeugen (siehe beim Cyaneisenkalium). Man stellt es durch Zersetzung des Cyanquecksilbers dar, welches bei gelinder Wärme sich in Quecksilber und Cyan zersetzt, wenn es völlig trocken, sonst bilden sich noch Blausäure, Ammoniak, Kohlensäure. Es wird über Quecksilber aufgefangen.

Es ist farblos, riecht sehr durchdringend, stark, reizt Augen, Nase, brennt sehr stechend, specif. Gewicht 1,8064, 100 Kubikzoll wiegen 2864 preuss. Loth, 1 Kubikfuß 4,949 preuss. Loth, Lichtbrechungsvermögen 2,832, wird durch vermehrten Druck zu einer tropfbaren Flüssigkeit von 0,9 specif. Gewicht, die in der Kälte erstarrt. Es verbrennt mit einer blauen Flamme und besteht aus: 53,66 Stickst. und 46,34 Kohlenst., oder aus gleichen Volum Sttgas und Kstdampf., wird in der Hitze nicht zersetzt, desgleichen nicht durch den Sauerstoff der Luft, leitet man aber durch ein Gemeng von Cyan- und Sauerstoffgas einen elektrischen Funken, so bildet sich unter Detonation Kohlensäure und Stickstoff wird entbunden. Wasser absorbirt bei 20° das $4\frac{1}{2}$ fache Volum des Gases, erhält dadurch einen sehr pikanten Geschmack; diese Verbindung entmischt sich aber leicht, indem aus Cyan und Wasser sich Kohlensäure, Blausäure und Ammoniak bilden; Alkohol nimmt ein 23faches Volum auf, Aether und Terpentinöl wenigstens eben so viel als Wasser. Kann absorbirt Cyangas unter Feuererscheinung, es entsteht Cyankalium.

Das Cyan verbindet sich mit Sauerstoff zu 2 Säuren.

[1) Cyanige Säure, *Acide cyaneux*, *Cyanous acid*, von Wöhler 1822 entdeckt, kommt nicht in der Natur vor, wird nicht unmittelbar

*) Soll heißen Blausäure erzeugender Stoff, da dasselbe mit Wasserstoff Blausäure bildet.

aus Cyan- und Sauerstoffgas erhalten, sondern dadurch, daß man Cyangas in eine Auflösung von kohlensauren Kali leitet, wobei die Kohlensäure entweicht und cyanigsaures Kali und Cyankalium sich bilden. Auch durchs Glühen von wasserfreiem Cyancisenkalium mit Braunstein gewinnt man cyanigsaures Kali. Versucht man daraus die cyanige Säure durch Schwefelsäure abzuscheiden, so gelingt dies zwar, aber die abgeschiedene Säure entmischt sich alsbald; mittelst Schwefelwasserstoffgas und cyanigsaurem Silberoxyd ist es dagegen gelungen.

Es ist im wasserhaltenden Zustand eine farblose Flüssigkeit, von saurem Geruch, der conc. Essigsäure ähnlich, saurem Geschmack, Lackmus röthend, besteht aus: 76,74 Cyan und 23,26 Sauerst., oder aus 1 Vol. Cgas und 1 Vol. Stgas; sie bildet cyanigsaure Salze, Cyanite, welche sich durchs Erhitzen in Ammoniak und Kohlensäure unter Zurücklassung der Base zersetzen.]

Eine mit dieser Säure völlig gleiche Mischung hat die Knallsäure, *Acide fulminique*, *Fulminic acid*, von Liebig und Gay-Lussac 1824 entdeckt. Sie kommt nicht in der Natur gebildet vor, wird nicht auf direktem Weg erzeugt, sondern dadurch, daß man salpetersaure Metallaufösungen, z. B. salpeters. Quecksilber-, Silberoxyd in Alkohol mischt, wobei sich das erzeugte knallsaure Metalloxyd abscheidet (Knallsilber, Knallquecksilber); es entmischt sich nämlich der Alkohol und die Salpetersäure, es bildet sich aus dem Stick- und Sauerstoff der Salpetersäure und dem Kohlenstoff des Alkohols Knallsäure, ferner Salpeteräther etc. (siehe beim Knallsilber.) Alle Versuche die Knallsäure zu isoliren sind zeither vergebens gewesen.

Die Bestandtheile der Säure sind ganz dieselben in Qualität und Quantität, als die der cyanigen Säure, obschon beide Säuren in ihrem Verhalten sich gänzlich unterscheiden. So sind die Salze der Knallsäure, *Fulminates*, sowohl die metallischen, als auch die Doppelsalze dieser mit Alkalien detonirend, wogegen die cyanigsauren Salze diese Eigenschaft nicht besitzen; zersetzt man ein knallsaures Salz durch eine Sauerstoffsäure, so entmischt sich die Knallsäure in Ammoniak und Blausäure, dagegen die cyanige S. in Ammoniak und Kohlensäure etc.

Rücksichtlich des Knallsilbers und Knallquecksilbers hat diese Säure technisches Interesse.

[2) *Cyansäure*, *Acide cyanique*, *Cyanic acid*, von Sérullas 1822 durch Zerlegung des Chlorcyans mit viel Chlor durch Wasser dargestellt; die gleichzeitig gebildete Salzsäure wird durchs Erwärmen entfernt.

Sie krystallisirt in farblosen, durchsichtigen, glänzenden Rhomben, durch Sublimation in zarten Nadeln, ist fast geschmacklos, Lackmus röthend, etwas leichter als conc. Schwefelsäure, verflüchtigt sich über 350° und

zersetzt sich unter Abscheiden von Kohle; sie besteht aus: 61,89 Cyan und 38,11 Sauerst., oder aus gleichen Vol. Cgas und Stgas, löst sich schwer auf in kalten, leichter in heißen Wasser, in conc. Schwefel- und Salpetersäure, selbst beim Erwärmen, ohne Zersetzung. Sie giebt mit den Basen cyansäure Salze, *Cyanates*, die sich beim Auflösen und Abdampfen zersetzen.]

Mit Wasserstoff geht das Cyan nur eine Verbindung ein. Hydrocyansäure, *Acide hydrocyanique*, *Hydrocyanic acid*, Blausäure (Berlinerblausäure), *Acide prussique*, *Prussic acid*, (Thiersäure), von Scheele 1780 aus dem Berlinerblau (Cyaneisen) darzustellen gelehrt; kommt mit ätherischen Oel verbunden in gewissen Pflanzentheilen des Geschlechts *Amygdalus* und *Prunus* vor, als in den bitteren Mandeln, den Pfirsich-, Pflaumen-, Kirsch-, ja selbst Apfelkernen, den Kirschlorbeer-, Faulbaum-, Pfirsichblättern, der Rinde des Faulbaums, den Blüthen des Schlehenstrauchs, kurz in allen Pflanzenstoffen, welche wie bittere Mandeln riechen und schmecken. Man kann durch Destillation jener Pflanzensubstanzen mit Wasser das Blausäure enthaltende ätherische Oel abscheiden, welches goldgelb aussieht, schwerer als Wasser ist, (das Nähere hierüber unter den ätherischen Oelen).

Blausäure bildet sich nicht unmittelbar aus Cyan und Wasserstoff, wohl, aber durch Zersetzung eines Cyanmetalls mit Hülfe des Wassers, wenn eine die Zersetzung bedingende Säure vorhanden ist; auch dadurch, daß man Ammoniakgas über glühende Kohlen leitet.

Die Darstellung ist auf verschiednen Wegen versucht worden, und zwar besonders deshalb, weil sich die concentrirte sowohl, als die wasserhaltende Säure sehr leicht entmischen, und für die medicinische Anwendung eine Methode gefunden werden mußte, sie in einem verdünnten Zustand haltbar darzustellen.

Die conc. Blausäure erhält man auf folgende Weise: man bringt in eine Tubulatretorte Cyanquecksilber, verbindet diese mittelst eines Vorstosses mit der Vorlage, welche durch eine Frostmischung stets kalt gehalten wird; in die Vorstossröhre bringt man grob zerstoßenen Marmor (kohlensauren Kalk) zu $\frac{1}{3}$ der Länge, und geglühtes Chlorcalcium zu $\frac{2}{3}$. Darauf wird conc. Salzsäure auf das Cyanquecksilber geschüttet und gelinde Hitze gegeben.

Erklärung. Das Cyanquecksilber und die Salzsäure zersetzen sich, es bilden sich Hydrocyansäure und Chlorquecksilber, erstere geht in Dämpfen durch das Rohr; hier absorbiert der kohlensaure Kalk die vielleicht unverändert verflüchtigte Salzsäure, und das Chlorcalcium alle Wasserdämpfe, so daß die Blausäure möglichst wasserfrei und rein in die Vorlage gelangt, wo sie zu einer tropfbaren Flüssigkeit condensirt wird.

Man gewinnt auch Blausäure, wenn man Cyaneisenkalium mit

Phosphorsäure und Wasser vermischt destillirt, und stärksten Alkohol vorschlägt (für den Medicinalgebrauch); wenn man Cyanquecksilber in Wasser auflöst und mittelst Schwefelwasserstoffgas präcipitirt. — Beim ersten Prozeß bildet sich durch Wassersetzung phosphorsaures Kali und Eisenoxydul nebst freier Blausäure, beim letztern Schwefelquecksilber und Blausäure.]

Die concentrirte Blausäure ist eine farblose Flüssigkeit, von dem höchst penetranten Geruch nach bittern Mandeln, kühlenden und stechenden Geschmack, welcher längere Zeit ein kratzendes Gefühl in Schlund hinterläßt; es ist das heftigste Gift, tödtet mit Blutschnelle, gegen welches kein sicheres Gegengift bekannt ist. Das specifische Gewicht derselben ist 0,7058 bei $+ 7^{\circ}$, 0,6969 bei $+ 15^{\circ}$; sie kocht bei $+ 26,5^{\circ}$, die Dämpfe derselben haben ein specif. Gewicht von 0,9476; sie gefriert bei $- 15^{\circ}$ zu einer krystallinisch festen Substanz, erzeugt durch ihr rasches Verdunsten Kälte, so daß sie dadurch selbst bei $+ 20^{\circ}$ zum Gefrieren kommt; Lackmuspapier röthet sie nur schwach und vorübergehend. Sie besteht aus: 96,35 Cyan und 3,65 Wasserst., oder aus gleichem Vol. Cgas und Wstgas, entmischt sich leicht, besonders beim Zutritt der Luft, des Lichts und der Wärme, die Flüssigkeit wird röthlichbraun gefärbt, braune Flocken — nach Berzelius aus Kst, Wst, Stst bestehend, (*Acide azulmique* genannt) — scheiden sich ab und blausaures Ammoniak bildet sich; ein Zusatz von Alkohol hindert diese Entmischung kräftig. Dämpfe der Blausäure sind brennbar, entzünden sich an brennenden Körpern wie Aetherdampf, verpuffen mit Luft gemengt wenn elektrische Funken durchgeleitet werden. Wasser und Alkohol nehmen die Blausäure in jedem Verhältnisse auf; erwärmtes Kalium absorbirt aus den Dämpfen der Blausäure Cyan und entbindet Wasserstoffgas. Bringt man Blausäure mit Basen in Berührung, so entstehen nicht eigentlich blausaure Salze, *Hydrocyanates*, *Prussiates*, sondern durch eine Zersetzung derselben so wie der Basen Cyanmetalle, *Cyanures*, *Cyanides*. Die Verbindungen mit den Metallen der Alkalien und Erden zersetzen sich mit Wasser in Berührung, so daß Blausäure durch den Geruch sich zu erkennen giebt, und die Basen durch Reaction, dies findet im trocknen Zustand nicht statt.

Anwendung der Blausäure hauptsächlich in der Medicin, aber auch in der Färberei in einem sehr verdünnten Zustand, beim Färben des Tuchs mit blausaurem Kali. Zu dem Ende wird eine Auflösung von blausaurem Kali mit Schwefelsäure vermischt.

[Mit Schwefel verbindet sich das Cyan zu Schwefelcyan, *Sulfure de Cyanogène*, *Sulphuretted Cyanogen*. Das Schwefelcyan ist noch nicht

is ~~olirt~~ dargestellt, man kennt nur Verbindungen desselben mit den Metallen. Schwefelcyankalium wird erhalten, wenn man 2 Theile Cyanisenkalium mit 1 Theil Schwefel glüht, wodurch das Eisen sich oxydirt und Schwefelcyankalium sich erzeugt. Durch dieses kann man Metallauflösungen zersetzen und andere Schwefelcyanmetalle erhalten. Das Schwefelcyan besteht aus: 45,05 Cyan und 54,95 Schwefel. Mischt man Schwefelcyankalium mit Wasser und Schwefelsäure, so erhält man durch eine Zersetzung des Wassers Schwefelblausäure, *Acide hydro-sulfo-cyanique*, *Sulphocyanic acid* (Blutsäure, *red tinging acid*, rothfärbende Säure); sie kommt nicht gebildet vor. Es ist im wasserhaltenden Zustand eine farblose Flüssigkeit, von sauren, stechenden Geruch, etwas essigähnlich, sauren Geschmack, specif. Gewicht, 1,022, gefriert bei $-12,5^{\circ}$, krystallisirt in 6seitigen Säulen, siedet bei $102,5^{\circ}$, ist gleichfalls giftig und besteht aus: 98,32 Schwefelcyan und 1,68 Wasserst., zersetzt sich leicht am Licht, durch Sieden, an der Luft, durch Chlor, ein gelbes Pulver scheidet sich ab, eine höhere Verbindung des Schwefels mit Blausäure; sie giebt mit den Basen Schwefelcyanmetalle, *Sulfocyanures*, *Sulphocyanides*; die der Metalle, der Alkalien und Erden sind in Wasser und Alkohol löslich, färben Eisenoxydauflösungen blutroth, daher der Name rothfärbende Säure.

Das Cyan verbindet sich auch mit Chlor, und zwar in 2 Verhältnissen,

1) Chlorcyan mit wenig Chlor, *Protochlorure de Cyanogène*, *Protochlorid of Cyanogen*, wird erhalten, wenn man Cyanquecksilber mit Wasser befeuchtet mit Chlorgas in Berührung bringt. Durch angewendete Kälte erhält man das Product im festen Zustand.

Es krystallisirt bei -18° langen durchscheinenden Säulen, bildet bei -13° eine farblose, sehr flüchtige Flüssigkeit, welche schon bei $+18^{\circ}$ kocht, besitzt einen sehr durchdringenden Geruch, reizt Augen und Nase, ist nicht brennbar, wirkt gleichfalls giftig; specif. Gewicht des Dampfes 2,113. Es besteht aus: 42,76 Cyan und 57,24 Chlor, oder aus gleichen Vol. Cyan- und Chlorgas. Mengt man den Chlorcyandampf mit Wasser- und Sauerstoffgas und leitet einen elektrischen Funken hindurch, so erfolgt eine Entzündung. Das Wasser nimmt 4, Alkohol 1, Aether $2\frac{1}{2}$ davon auf; die wässrige Auflösung wird durch Erwärmen in Salzsäure, Kohlensäure und Ammoniak zerlegt; Kalium entmischt gleichfalls das Chlorcyan, es entsteht Chlorkalium und Cyankalium. Mit Alkalien in Berührung erzeugt das Chlorcyan cyanigsaure Salze und Chlormetalle, schlägt aus Eisenoxydsalzen eine grüne Verbindung nieder.

2) Chlorcyan mit viel Chlor, *Perchloride de Cyanogène*, *Perchlorid of Cyanogen*, wird durch Vermischung des trocknen Chlorgases mit wasserfreier Blausäure erhalten, indem das Gemeng dem Licht ausgesetzt wird; es bildet sich eine farblose Flüssigkeit in dieser die Krystalle.

Es krystallisirt in blendend weissen, nadelförmigen Krystallen, von

einem scharfen, mäuseurinähnlichen, reitzenden Geruch, schwachen Geschmack, specif. Gewicht ungefähr 1,32, schmilzt bei 140° , kocht bei 190° und besteht aus: 27,14 Cyan und 72,86 Chlor, oder aus 1 Vol. Cgas und 2 Vol. Chlgas, löst sich wenig in kaltem, leichter in kochendem Wasser auf, dadurch erfolgt eine Zersetzung in Salz- und Cyansäure; in Alkohol und Aether löst es sich leicht auf.

Auch mit Jod verbindet sich Cyan, Jodcyan, *Jodure de Cyanogène*, *Jodid of Cyanogen*, durch Sublimation des Jods mit Cyanquecksilber oder Cyansilber. — Kleine, weiße, sarte Nadeln, von sehr stechendem Geruch, scharfem Geschmack, sie bestehen aus: 17,29 Cyan und 82,71 Jod, oder aus gleichen Vol. Cgas und Jdampf, lösen sich in Wasser, leichter noch in Alkohol auf; mit Alkalien in Berührung erfolgt eine Entmischung in cyanigsaure Salze und Jodmetalle.

Bromcyan mit wenig Brom, *Protobromure de Cyanogène*, *Protobromide of Cyanogen*, durch Sublimation des Cyanquecksilbers mit Brom erhalten. — Krystallisirt in langen, farblosen Nadeln, hat einen starken, stechenden Geruch, ist schon bei 15° flüchtig, besteht aus: 25,22 Cyan und 74,78 Brom, oder aus gleichen Vol. Cgas und Brdampf, löst sich in Wasser und Alkohol leicht auf, zersetzt in Wasser in Hydrobrom- und cyanige Säure.

Bromcyan mit viel Brom, *Perbromure de Cyanogène*, *Perbromide of Cyanogen*, durchs Vermischen von Brom und Blausäure bildet im wasserfreien Zustand; besitzt einen Geruch nach Mäusenrin.

Stickstoff verbindet sich mit Chlor und Jod.

Chlorstickstoff, *Chlorure d'Azote*, *Chloride of Nitrogen*, von Dulong 1811 entdeckt, wird durch Zersetzung eines Ammoniaksalzes oder der Ammoniakflüssigkeit, mittelst Chlor dargestellt. Man löst Salmiak in Wasser auf und leitet Chlorgas hindurch, hiedurch bildet sich aus dem Wasserstoff des Ammoniaks und dem Chlor Salzsäure, aus dem Stickstoff des Ammoniaks und Chlor Chlorstickstoff, welcher in Tropfen zu Boden sinkt. Man muß denselben stets unter einer Salzauflösung aufbewahren, indem er sich sonst entmischen würde.

Es ist eine gelbliche, ölarartige Flüssigkeit, von durchdringendem Geruch, scharfem Geschmack, specif. Gewicht 1,653, ist sehr flüchtig, verdampft bei der mittlern Lufttemperatur sehr schnell, kocht bei 71° in verschlossenen Gefäßen und besteht aus: 11,76 Stickst. und 88,24 Chlor, oder aus 1 Vol. Sttgas und 3 Vol. Chlgas, zersetzt sich durchs Erhitzen bis gegen 96° unter Licht- und Wärmeentwicklung mit einem heftigen Knall, indem die beiden Elemente sich in Gasform trennen, wobei sie sich mächtig ausdehnen; gleiche Detonation findet statt bei Berührung mit Phosphor, Baum-, Terpentin-, Steinöl, Caoutchouc u. a. m. Bringt man den Chlorstickstoff mit Metallen in Berührung, so bilden sich unter Freiwerden von Stickstoffgas Chlormetalle. Er verbindet sich mit Alkohol und Aether zu öartigen dicklichen Massen, welche nicht explodiren; Wasser löst nach und nach ein wenig a

unter theilweiser Zersetzung in Salz- und salpetrige Säure. Uebergießt man Chlorstickstoff mit Salzsäure, so wird unter Abscheiden von Chlor Salmiak erzeugt.

Jodstickstoff, *Jodure d'Azote*, *Jodide of Nitrogen*, erhält man durch Digestion von Jod und Ammoniakflüssigkeit, wodurch ein dunkelfarbiges Pulver sich erzeugt, während in der Flüssigkeit Jodammonium aufgelöst ist. Die Zersetzung ist eben so zu erklären, als die so eben angeführte. Oder man löst Jod in Goldscheidewasser auf, (hiedurch entsteht Chloriod) und schlägt mit Ammoniak nieder, wodurch das letztere zersetzt wird, so daß Hydrochlorsäure und Jodstickstoff sich bilden.

Ein bräunlich-schwarzes Pulver, in Wasser unauflöslich, besteht aus 3,71, Stickst. und 96,39 Jod, oder aus 1 Vol. Sticks gas und 3 Vol. Jodampf; zersetzt sich, wenn es trocken ist, von selbst mit heftigem Knall und violetten Licht, und kann durch die leiseste Berührung zum Explodiren gebracht werden; im feuchten Zustand detonirt es nur durchs Erhitzen, Druck, Schlag; dabei entbindet sich Stickstoffgas und Joddampf. Brennbare Substanzen bedingen in Berührung mit Jodstickstoff dessen Zersetzung; heißes Wasser entmischt ihn in Hydriodsäure und salpetrige Säure, desgleichen Salzsäure, Alkalien.]

Ammoniak giebt als eine salzfähige Grundlage mit den Säuren Salze, welche in Folgendem abgehandelt werden sollen.

1) Kohlensaures Ammoniak, a) neutrales, *Carbonate d'Ammoniaque*, *C. of Ammonia*; durch unmittelbare Vereinigung von 2 Vol. Ammoniakgas mit 1 Vol. kohlensaurem Gas, beide im wasserfreien Zustand. Eine weißse, krystallinische Materie, riecht stark nach Ammoniak, wird durch Wasser in die folgende Verbindung und freies Ammoniak zerlegt, enthält 43,7 Ammon. und 56,3 Kohlens.

b) Anderthalb kohlensaures Ammoniak, *Sesquicarbonate d'Ammoniaque*, *S. of Ammonia*, gewöhnlich „kohlensaures Ammoniak,“ englisches Richsalz, *Sel volatil d'Angleterre* genannt, wird in chemischen Fabriken im Großen durch Sublimation von Hirschhornsalz (kohlens. Ammoniak mit brenzlichem Thieröl vermengt) mit thierischer Kohle, oder auch aus Salmiak und Kreide erhalten. Zu dem Ende bringt man in eine gläserne Retorte mit Vorlage trocknes Hirschhornsalz vermengt mit Knochenkohle und giebt starke Hitze; der Prozeß wird wohl zweimal angestellt, um es ganz rein zu erhalten. Oder man mengt Salmiakpulver mit $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Theilen gut gewaschener und scharf getrockneter Kreide, bringt das Gemeng in eine gußeiserne oder irdne Retorte, mit irdner, gläserner, auch wohl bleierner Vorlage, und giebt Rothglühhitze, wobei sich kohlens. Ammoniak sublimirt, und basisch salzsaur. Kalk zurückbleibt; dieser Prozeß erfordert ziemlich viel Wärme, und ein sehr vorsichtiges Operiren.

Das anderthalb kohlensaure Ammoniak krystallisirt auf nassem V in Rhombenoktaëdern, durch Sublimation erhält man es in Broden (schneeförmigen Stücken) weiß, es riecht stark ammoniakalisch, schmeckt scharf, ätzend, alkalisch, reagirt auch also, löst sich in zwei Theilen kalten und weniger als gleichen Theilen heißen Wasser auf, muß wohl verschlossnen Gefäßen aufbewahrt werden, weil es einmal sich verflüchtigt, und zweitens Kohlensäure anzieht. Es besteht aus: 28,92 Ammon., 55,91 Kohlens. und 15,17 Wasser. Man gebraucht es in der Chemie als Reagens, zur Darstellung verschiedner Ammoniakpräparate, der Medicin, in der Kuchenbäckerei zum Auflockern des Teigs (welchem Entzweck es vollkommen rein sein muß; beim Backen des Gebäcks entweicht es), um Flecke, durch Säuren hervorgebracht, auszuwaschen.

Ein mit stinkendem Thieröl vermengtes kohlensaures Ammoniak erhält man im Großen durch trockne Destillation thierischer Stickstoffhaltender Materien, als der Knochen, des Horns (Rindshörner, Hufe von Pferden, Rindvieh etc., Hornspähne von Hornrechälern, Schmiedehämmer, der Abgänge von Häuten (der Schwanz-, Kopf- und Fußenden der Gerbereien), getrockneter menschlicher und thierischer Exkremente etc. Ehedem wendete man vorzugsweise Hirschhorn dazu an, wovon der Name Hirschhornsalz, *Salt of Hartshorn*.

Man bedient sich im Kleinen einer irdnen Retorte, füllt sie mit raspelem Hirschhorn, legt eine geräumige Vorlage vor, und verkittet den Hals der Retorte mit der Vorlage; für die entweichenden Gase bringt man in der Kugel der Vorlage eine gekrümmte Glasröhre an. Man giebt allmählig steigende Hitze, bis zum lebhaften Glühen der Retorte. Durch die Hitze zersetzen sich die organischen Materien, es bläht sich auf, schmilzt, Knochen dagegen und Hirschhorn blähen sich nicht auf; die Bestandtheile vereinigen sich zu neuen Verbindungsproducten, welche theils Gase, theils Dämpfe sind und sich condensiren, theils feste Substanzen. Es zeigen sich dicke weiße Dämpfe in der Vorlage, und in Tropfen geht eine braungelbe stinkende Flüssigkeit über, auf welcher ein braunschwarzes Oel schwimmt; brennbare Gase entweichen nebst Dampf von kohlens. Ammoniak. (Man stelle diesen Versuch in einem luftigen Raum an, und lasse die Gase verbrennen, wobei zugleich ein Begriff von Gasbeleuchtung gegeben werden kann.)

Folgende Producte entstehen (das Ausführliche in dem Artikel „trockne Destillation“ in der Einleitung zur Chemie organischer Körper): kohlensaures, Kohlenoxyd-, beide Kohlenwasserstoffgase, Stickstoffgas, kohlens., etwas essig- und blausaures Ammoniak in Wasser, w

ches theils Educt, theils Product ist, gelöst und mit gleichzeitig erzeugtem stinkenden Oel — Hirschhornöl — vermengt, als eine braungelbe Flüssigkeit, Hirschhornspiritus, *Spirit of Hartshorn*, genannt. Auf dieser zeigt sich Hirschhornöl schwimmend. Endlich setzt sich in kleinen Portionen ein wenig Hirschhornsalz an, welches aber, beim Versuch im Kleinen, fast immer sich auflöst und verschwindet. Thierkohle bleibt in der Retorte zurück.

In chemischen Fabriken, welche wegen des abscheulichen Gestanks in Städten nicht geduldet werden können, geschieht der Prozeß also: Man bedient sich großer eiserner Destillirblasen, oder auch liegender eiserner Cylinder, welche, wie bei der Bereitung des Leuchtgases aus Steinkohlen, oder der Salzsäure, in einer eigens construirten Feuerung neben einander lagern. Die flüchtigen Producte der Destillation gehen durch eiserne Röhren in einen dem *Woulfschen* Apparat ähnlich construirten Fässerapparat, indem 2 auch 3 Fässer mit Bleiröhren unter einander verbunden sind, in welchen sich die Flüssigkeiten und das Hirschhornsalz absetzen. Die Gase entweichen aus dem letzten Faß in die Luft, oder werden auch wohl in die Feuerung zum Verbrennen geleitet. Sind die Fässer ziemlich voll, so werden sie entleert, man läßt die Flüssigkeiten ab, und schlägt dieselben auseinander, um das feste Salz abnehmen zu können. Die in dem Destillirgeräth gebliebne Thierkohle dient zur Fabrikation des blaus. Kalis, die Knochenkohle als Reinigungsmittel (siehe oben Seite 120). Man kann auch in Schachtöfen aus Knochen Hirschhornsalz und Hspiritus gewinnen, man füllt dieselben durch die Gicht mit trocknen Knochen (zu unterst wird Holz gelegt), und verschließt, wenns Feuer auf dem Rost brennt, die Gicht, wodurch die Dämpfe nur durch besonders angelegte Abzugskanäle abziehen können, in denen sie sich verdichten, und als flüssige Producte in Cisternen sich sammeln.

Das Hirschhornsalz sieht braungelb aus, von beigemischtem stinkenden Thieröl herrührend, riecht nach Ammoniak und Hirschhornöl, löst sich in Wasser etwas schwerer als reines anderthalb kohlen. Ammoniak auf, wobei sich stinkendes Oel abscheidet. Hirschhornspiritus sieht gelbbraun aus, specif. Gewicht 1,01, setzt besonders am Licht eine braune Materie (Fuscin) ab, eine Folge der Zersetzung des enthaltenen Hirschhornöls. Hirschhornöl, eine dickliche, schwarzbraune Flüssigkeit, von argem Gestank, wird mit der Zeit durch den Einfluß von Licht und Luft immer dicker, theerartig.

Anwendung. Hirschhornsalz und Hspiritus zur Darstellung des Salmiaks, ferner zur Verfertigung von Ammoniakalaun, von kohlen. Am-

260 *Dopp. kohlen. Ammon., schwefels. A., schweflign. A.*

moniak; ferner als Heilmittel, desgleichen auch Hirschhornöl (letztere auch zur Salmiakbereitung).

[Doppelt kohlen. Ammoniak, *Bicarbonate d'Ammoniaque*, *B. o. Ammonia*. Das anderthalb kohlen. Ammoniak zieht an der Luft Kohlensäure an, und wird nach und nach zum doppelt kohlen. A., noch schneller, wenn man eine Auflösung jenes Salzes mit kohlen. Gas behandelt.

Es krystallisirt in 6seitigen Säulen, schmeckt und reagirt kaum noch alkalisch, löst sich in 8 Theilen kaltem Wasser auf, und verliert durch Erhitzen der Auflösung $\frac{1}{4}$ der enthaltenen Kohlensäure, wird zu anderthalb-kohlen. A. Es enthält 21,7 Ammon., 55,7 Kohlen. und 22,6 W.

2) Schwefelsaures Ammoniak, *Sulfate d'Ammoniaque*, *S. of Ammonia*, (*Sal ammoniacum secretum Glauberi*), findet sich in vulkanischen Ländern, tropfsteinartig, auch als ein mehliger Beschlag, gelblichgrau, mit Salmiak und Eisenoxyd gemengt zu Solfatara, am Aetna aufgelöst in dem Wasser der Lagunen von Siena im Toskanischen, wo es sich an den Ufern ansetzt, nach dem Entdecker *Mascagnin* genannt.

Man gewinnt es im Großen dadurch, daß man Hirschhornsalz und Hspiritus mittelst Gyps (oder Eisenvitriol) zerlegt, unter Abscheiden von kohlen. Kalk (kohlen. Eisenoxydul), oder mit Schwefelsäure neutralisirt, darauf zur Trockne eindunstet, und, um das stinkende Thieröl sowohl theilweis zu verflüchtigen, als auch zu zerstören, so weit trocken erhitzt, bis keine stinkenden Dämpfe mehr sich bilden. Sodann wird die schwarze, kohlige Salzmasse mit kochendem Wasser ausgelaugt, die Lauge geklärt, abgedampft und krystallisirt.

Es bildet farblose, durchsichtige, 6seitige Säulen, von einem scharfen, bitteren Geschmack, löst sich in 2 Theilen kaltem und 1 Theil kochendem Wasser auf, ist luftbeständig, verknistert beim Erwärmen, wird in höherer Hitze zersetzt, besteht aus: 22,81 Ammon., 53,28 Schwefels, und 23,91 Wasser. Bildet mit schwefels. Thonerde Ammoniakalaun, mit schwefels. Kali und Natron gleichfalls Doppelsalze.

Anwendung. Zur Darstellung des Salmiaks, zur Gewinnung des Salmiakgeistes (siehe oben Seite 247), zur Verfertigung des kohlen. Ammoniaks, des Alauns.

[Doppelt schwefels. Ammoniak, *Bisulfate d'Ammoniaque*, *B. o. Ammonia*, krystallisirt in Tafeln, Schuppen, schmeckt sauer, wird an der Luft feucht, löst sich in gleichen Theilen Wasser auf.

3) Schwefligsaures Ammoniak, *Sulfite d'Ammoniaque*, *S. o. Ammonia*, indem man schweflign. Gas durch eine Auflösung von kohlen. Ammoniak streichen läßt; krystallisirt in 6seitigen, farblosen Säulen, wird feucht, zieht Sauerstoff an und geht allmählig in schwefels.

Ammoniak über, löst sich in gleichen Theilen kalten Wasser auf, enthält 29,46 Ammon., 55,10 schweflige S., 15,44 W. — Man gebraucht es als Reductionsmittel für selenige Säure, um Selen ausscheiden.]

4) Hydrothionsaures Ammoniak, *Hydrosulfate d'Ammoniaque*, *Hydrosulphuret of Ammonia*, (eigentlich hydrothionsaures Schwefelammonium), wird erzeugt wo animalische Substanzen verfaulen, in Kloaken, Abtritten. Es bildet sich aus gleichen Raumtheilen Ammoniak- und Schwefelwasserstoffgas, wobei es in Krystallen anschleift; gewöhnlich stellt man es flüssig dar, indem man in Salmiakgeist so lange Schwefelwasserstoffgas leitet, bis die Flüssigkeit kein freies Ammoniak mehr enthält, bis eine Auflösung von schwefels. Magnesia nicht mehr getrübt wird.

Es krystallisirt in farblosen Nadeln, Blättchen, welche nur im luftleeren, oder überhaupt sauerstofffreien, Raum dauern können, sie zersetzen sich durch den Sauerstoff, es bildet sich Wasser und Schwefel wird frei; sie ziehen auch Wasser an. Man bedient sich dieses Salzes in flüssiger Form, um Metalle aus ihren Auflösungen als geschwefelte Metalle niederschlagen (siehe oben Seite 181). Es greift sogar das im Bleiglas enthaltne Bleioxyd an, und giebt einen unendlich feinen braunschwarzen Ueberzug auf demselben, welcher Regenbogenfarben spielt.

[5) Phosphorsaures Ammoniak, *Phosphate d'Ammoniaque*, *Ph. of Ammonia*, kommt im Urin des Menschen und der fleischfressenden Thiere vor, kann aus kohlen. Ammoniak und sauren phosphors. Kalk bereitet werden.

Es krystallisirt, schmeckt kühlend, stechend, löst sich in 5 Theilen kalten Wasser auf, entbindet in der Hitze Ammoniak und Phosphorsäure bleibt zurück, aber nicht völlig von allem Ammoniak befreit (siehe vorn Seite 190). Man bedient sich daher auch dieses Salzes um Phosphorsäure darzustellen. Mit phosphorsaurem Natron giebt es ein Doppelsalz, siehe beim Natron.

(Selenigsaures Ammoniak dient zur Bereitung des Selen, siehe vorn Seite 183).]

6) Salzsäures, oder hydrochlorsaures Ammoniak, *Hydrochlorate*, *Muriate d'Ammoniaque*, *H., M. of Ammonia*, Salmiak, *Sel ammoniac*, *Sal ammoniac*, Chlorammonium, *Chlorure d'Ammonium*. Dieses Salz findet man in allen vulkanischen Ländern, auf Laven als Rinde oder Beschlag, in Spalten, Höhlungen vulkanischer Gebilde, sowohl in haarförmigen Krystallen, als kuglich, tropfsteinartig, mehlig, durch Schwefel, Selen und Eisenoxyd gefärbt. So am Aetna, Solfatara am Vesuv, Lipari, vorzüglich viel in der Tatarei, Bucharei,

im südlichen Amerika. Ueber Sibirien kommt ziemlich viel natürlicher Salmiak aus der Tatarei nach Rußland.

In frühern Zeiten erhielt man Salmiak allein aus Aegypten, wo derselbe aus dem Kamelmist verfertigt wird. Man verbrennt getrockneten Kamelmist, sammelt den Salmiak enthaltenden Rus, und sublimirt denselben, wobei der Salmiak in Broden erhalten wird. Der Kamelmist enthält nämlich stickstoffige thierische Substanzen und saures Kali, Natron, daraus entsteht in der Hitze durch gegenseitige Entmischung Salmiak; aus 5 Pfund Rus erhält man etwa 1 Pfund Salmiak. Der ägyptische Salmiak zeichnet sich durch eine graulich-weiße Farbe aus.

Die Darstellung in Europa fand erst im vorigen Jahrhundert statt, 1759 wurde die erste Salmiakfabrik in Deutschland zu Braunschweig von den Gebrüdern *Gravenhorst* angelegt. Man bereitet ihn: 1) aus kohlen. (schwefelwasserstoffs.) Ammoniak und Salzsäure, 2) aus schwefels. Ammoniak und Kochsalz, 3) aus kohlen. Ammoniak und Salzmutterlange, 4) aus Steinkohlenklein, Steinkohlenrus, Salz und Theer.

Man neutralisirt Hirschhornsalz und Hesperitus mit Salzsäure, oder auch das durch Destillation der Steinkohlen bei der Gasbeleuchtung erhaltene ammoniakalische Fluidum, welches kohlen., schwefelwasserstoffs., essigs. Ammoniak enthält, dampft in zinnernen Kesseln die Flüssigkeit zum Krystallisationspunkt ab, und läßt krystallisiren, oder man unterwirft die zur Trockne abgedampfte Salzmasse einer Sublimation. Hierzu dienen gläserne fast eiförmig gestaltete Ballons, welche in Sandbällen in Galeerenöfen zu 20, 24, 30 Stück eingelegt werden, siehe Taf. IV. Fig. 11 u. 12. Auch werden eiserne birnförmige Geräthe angewendet, welche aus 2 Theilen bestehen. — Wendet man schwefels. Ammoniak und Kochsalz an, so erfolgt in der Auflösung eine Zersetzung, es bilden sich schwefels. Natron und saures Ammoniak; läßt man die Auflösung krystallisiren, so schießt das erstere Salz zuerst an, sodann der Salmiak, welcher aber leicht etwas schwefels. Natron noch beigemischt enthält. Will man auf trockenem Weg arbeiten, so wird das Aufgelöste abgedampft, und die trockne Masse sublimirt.

Die Mutterlange von Salzsoole, von Meersalz, *the bittern*, enthält saures Magnesia, saures Kalk, sie kann daher zur Zersetzung von Hirschhornsalz etc. angewendet werden, wobei kohlen. Magnesia, kohlen. Kalk und Salmiak resultiren. Die Flüssigkeit wird geklärt, abgedampft, krystallisirt oder sublimirt. Man hat auch angerathen, animalischen Substanzen mit der Mutterlange zu tränken und getrocknet in eignen Oefen zu verbrennen, den Rauch in Kammern zu condensiren, saures Magnesia entbindet nämlich in der Hitze Salzsäure. — In den Niederlanden bei Lüttich gewinnt man endlich durchs Verbrennen v

Steinkohlengrus gemengt mit Steinkohlenrus, Kochsalz und Thon in einem Ofen Salmiak. Der Prozess ist folgender: Steinkohlenrus enthält schwefels. Ammoniak, auch wirklichen Salmiak, Kochsalz und Thon entbinden Salzsäure (siehe oben Seite 208), wodurch sich also Salmiak bilden kann. Auch in der Umgegend von London bestand eine Salmiakfabrik, die sich des Ruses aus den Schornsteinen der Hauptstadt bediente. — Ehe man Hirschhornsalz im Großen zur Salmiakfabrikation anwendete, hat man gefaulten Urin destillirt, und den gewonnenen Urinspiritus, welcher kohlen. Ammoniak enthält, mittelst Gyps, oder Eisenvitriol, in schwefels. Ammoniak umgewandelt, und auf Salmiak benutzt.

[Man destillirte $\frac{1}{2}$ des Urins ab, specif. Gewicht des Destillats 1,01; die Destillation geschieht theils in großen eisernen Blasen, theils in mit bleiernen Helmen bedeckten eisernen Pfannen.]

Man bringt den Salmiak entweder sublimirt in Broden in den Handel, oder in Form kleiner Hüte, letztere aus den auf nassem Weg gebildeten Krystallen erzeugt. Bei jeder Sublimation geht der Glasballon verloren, auch springt er zuweilen mit argem Knall, wenn er zu früh mit dem Stöpsel von Kreide verschlossen wurde, ehe alle Wasserdämpfe entwichen sind; eiserne Sublimirgeschirre, aus 2 Theilen zusammengesetzt, sind wenigstens im nördlichen Deutschland nicht üblich; man hat auch irdne Sublimirkessel, die in Kapellen stehen, mit eisernen Deckel, selbst aus Granit gefertigte Geschirre. Die Brode sind meniskenartig, convex-concav, 20 bis 30 Pfund, die englischen an 50 und mehr Pfund schwer, in der Mitte 2 bis 5 Zoll stark, nach dem Rande verjüngt, weiß, fettglänzend, vielfach geborsten, klingend, durchscheinend, der Bruch grobsplittrig; sie dürfen nicht gelblich aussehen, (Zeichen von Chloreisen, welches sich durchs Auflösen und Zusatz von blau-saurem Eisenkali zeigt). — Um den Salmiak in Hutform zu bringen, rührt man die Krystalle mit etwas siedendem Wasser zu einem Brei an, trägt ihn in thönerne, glasierte Formen, die auf der Spitze aufgestellt sind, und lässt in diesen das Salz erstarren.

Salmiak krystallisirt in Oktaëdern, gewöhnlich in ziemlich langen Nadeln, die zu einem Federbart an einander gereiht sind, dieselben sind farblos, biegsam, luftbeständig, schmecken scharf, stechend, salzig, lösen sich in 2,72 Theilen kalten und gleichen Theilen kochenden Wasser auf, sehr wenig in Weingeist; in der Hitze verflüchtigt er sich in weißen Dämpfen, besteht aus 32,03 Ammon. und 67,97 Salzsäure.

Salmiakblumen nennt man den durchs Auflösen und Umkrystallisiren gereinigten Salmiak. Salmiak dient zur Darstellung des Sal-

264 *Chlors., boraxs., blaus. salpeters. Ammon. Silicium.*

Ammoniakgeistes, des kohlens. Ammoniaks, wird gebraucht zum Löthen und Verzinnen von Eisen- und Kupfergeräth, zur Darstellung von Königswasser, zur Bereitung von Eisenkitt (50 Eisenbohrspähne, 2 Schwefel 1 Salmiak), in der Medicin, in der Färberei.

[7) Chlorsaures Ammoniak, *Chlorate d'Ammoniaque*, *Cl. of Ammonia*, auf direktem Weg erhalten, krystallisirt in Nadeln, es sich in Wasser und Weingeist leicht auf, verpufft bei geringer Wärme besteht aus 16,89 Ammon., 74,24 Chlors. und 8,87 W. — 8) Borsaures Ammoniak, *Borate d'Ammoniaque*, *B. of Ammonia*, kommt in kleinen Quantitäten in dem Wasser der Lagunen bei Velletri in Toskanischen vor; krystallisirt in Rhombenoktaëdern, verwittet, es sich in 12 Theilen Wasser auf, besteht aus 12,18 Ammon., 49,50 Boraxs., 38,32 W. — 9) Blausaures Ammoniak, *Hydrocyanate Prussiate d'Ammoniaque*, *H., Pr. of Ammonia*, durch unmittelbare Vereinigung erhalten, krystallisirt in Würfeln, ist sehr flüchtig, schmeckt und riecht nach Blausäure und Ammoniak, zersetzt sich leicht, setzt eine stickstoffige Kohle ab. — 10) Salpetersaures Ammoniak, *Nitrate d'Ammoniaque*, *N. of Ammonia* (knallender Salpeter), wird aus kohlens. Ammoniak und Salpetersäure bereitet, krystallisirt in 4 und 6seitigen Säulen, Nadeln, welche Seidenglanz zeigen, farblos sind, leicht feucht werden, und bitterlich kühlend, scharf schmecken. Es löst sich in 2 Theilen kalten, gleichen Theilen siedenden Wasser auf, zersetzt sich bei 250° in Wasser und Stickstoffoxydulgas (siehe oben Seite 232), explodirt auf glühenden Kohlen, besteht aus 21,36 Ammon., 67,44 Salpeters., 11,20 W.]

Z w ö l f t e s K a p i t e l,

Vom Silicium.

Silicium, (von *Berzelius* Kiesel genannt) *Silicium*, von *Berzelius* 1823 dargestellt, kannte man früher nur in Verbindung mit Kalium, Eisen, welche Verbindungen man durchs Glühen von Kieselerde mit Kalium, oder mit Kohle und Eisenspähnen erhielt,

[Um es darzustellen glüht man Fluor- Silicium- Natrium (fluor Kieselsaures Natron) in einer Glasröhre mit Kalium gemengt, wobei sich ein Gas entwickelt; das Product ist Fluornatrium und Siliciumkalium. Man löst darauf den Rückstand in kaltem Wasser auf, wobei ersteres sich auflöst, letzteres das Wasser zersetzt, indem sich Kali erzeugt und Wasserstoffgas entbindet, von welchem ein kleiner Theil mit Silicium sich verbindet. Man wäscht mit vielem kaltem, dann siedenden W.

ser ab, welches lange fortgesetzt werden muß. Das so gewonnene Silicium enthält immer noch Wasserstoff in sich, und ein wenig Siliciumsäure (Kieselerde); man glüht es, um das Wasserstoffgas abzuscheiden, man übergießt es mit schwacher Flußsäure, um die Kieselerde aufzulösen, und erhält es hiedurch rein.]

Es ist ein dunkelbraunes Pulver, ohne allen Metallglanz, erhält auch unter dem Polirstahl keinen solchen Glanz, es färbt stark ab, hängt sich sehr leicht an Körper an, leitet die Elektrizität nicht, ist nicht flüchtig. Nach dem Ausglühen verträgt das Silicium Rothglühhitze, ohne sich an der Luft und im Sauerstoffgas zu oxydiren; es wird durch Salpeter, durch chloresaures Kali nicht oxydirt. Ist es dagegen nicht geglüht, Wasserstoffsilicium, so verbrennt es an der Luft leicht, noch leichter im Sauerstoffgas. Mengt man es mit kohlensaurem Kali und erhitzt es, so verbrennt es bei der Dunkelrothglühhitze, die Masse wird in Folge des aus der Kohlensäure abgeschiednen Kohlenstoffs schwarz, und kieselbares Kali hat sich gebildet. Eben so bedingen Aetzkali, Actmastron mit Silicium geglüht eine rasche Oxydation und Bildung von kieselbarem Kali, Natron. Es wird von den stärksten Mineralsäuren weder oxydirt, noch aufgelöst, nur von einem Gemeng von Fluß- und Salpetersäure (Fluor und salpetrige Säure). Das nicht geglühte Silicium löst sich leicht in Flußsäure, selbst ohne Wärme, auch in concentrirter Aetzkallauge mit Hülfe der Wärme auf.

Es verbindet sich mit Sauerstoff nur in einem Verhältniß, zu Siliciumoxyd, Kieselerde, Kieselsäure, *Silice*, *Acide silicique*, *Silice*, *Silicic acid*, den Hauptbestandtheil der meisten Fossilien aus dem Geschlecht der Erden und Steine; es findet sich in mehrern fast rein, als im Bergkrystall, Feuerstein, Chalcedon, Achat etc., in vielen andern mit Thonerde, Kalk, Magnesia, Kali, Natron etc. verbunden. (Mehr hiervon am Schlufs dieses Kapitels). Auch in Pflanzen- und Thierstoffen findet man Kieselerde, besonders in den harten Gräsern, im Schachtelhalm, in dem Schmelz der Zähne, in den Knochen etc.

Um reine Kieselerde darzustellen, mengt man Quarzpulver mit 3 bis 4 Theilen reinem kohlensaurem Kali, schmelzt das Gemeng in einem Tiegel (Porzellan- oder Platintiegel) und löst dann die Masse nach dem Erkalten in Salzsäure auf. Durchs Schmelzen hat sich die Kieselerde des Quarzes mit dem größten Theil des Kalis in dem kohlensauren Kali verbunden und die Kohlensäure ausgetrieben, wodurch ein basisch kieselbares Kali entstanden ist, obschon immer auch noch etwas kohlensaures Kali unverändert dabeı geblieben. Durch Salzsäure wird nun aus dem kiesel- und kohlensauren Kali Chlorkalium und Wasser gebildet, die Kieselerde als ein Hydrat in weissen gallertartigen

Flocken abgeschieden. Darauf wird die Flüssigkeit sammt dem Präcipitat zur staubartigen Trockne abgedunstet, und der Rückstand mit etwas verdünnter Salzsäure digerirt, worauf die Kieselerde völlig rein von anhängender Thonerde und Eisenoxyd übrig bleibt. Sie wird abgewaschen, getrocknet und geglüht.

Die Kieselerde erscheint als ein weißes, körniges Pulver, ohne Geruch und Geschmack, fühlt sich rau an, specifisches Gewicht 2,65, schmilzt nur in den höchsten Hitzegraden einer Volta'schen Batterie, des Knallgasgebläses, nicht in der Ofenhitze, zu einem farblosen, durchsichtigen Glas, besteht aus: 48,05 Silicium und 51,95 Sauerst., ist in Wasser völlig unlöslich, desgleichen in Säuren mit Ausnahme der Flußsäure, bildet mit Wasser ein Hydrat, welches frisch gefällt gallertartig, flockig erscheint, durchs Eintrocknen gelblich-weiß, gummiartig und endlich weiß wird, gegen 11% Wasser enthält. In der Natur kommt ein solches Hydrat als Opal vor. Das Kieselerdehydrat ist in Wasser, namentlich in kohlensauren Wasser, (so besonders in dem heißen Wasser der vulkanischen Quellen Islands, aus welchem es sich als Kieselsinter beim Erkalten abscheidet), in allen Säuren etwas auflöslich, neutralisirt aber dieselben nicht im Mindesten, und kann durch vieles Wasser zum Theil abgeschieden werden. Durch Flußsäure wird sie sehr leicht aufgelöst, es bildet sich Fluorsiliciumgas, durch Kalium reducirt, desgleichen durch die vereinte Wirkung von Kohle und Eisen oder Platin, wobei sich Siliciumeisen, Silic.platin erzeugen. Sie löst sich in Aetzkali, Aetznatron in der Hitze auf, und giebt mit diesen, so wie überhaupt mit Basen, salzartige Verbindungen, weshalb man die Kieselerde jetzt unter die Säuren rechnet. Die kieselsauren Salze, *Silicates*, sind meist glasartig, zum kleinsten Theil in Wasser löslich, besonders die der fixen Alkalien. Im Mineralreich findet man höchst mannichfaltige Verbindungen der Art.

Die Anwendung der Kieselerde in der Technik ist eine höchst ausgedehnte, und kaum findet man ein Naturproduct von gleich großer Nützlichkeit, als jene. — Es sollen im Folgenden die wichtigsten Fossilien, in denen Kieselerde mehr oder minder rein der Hauptbestandtheil ist, und welche technische Anwendung finden, namhaft gemacht werden.

1) Quarz, *Quarz*, *Quartz*, und zwar

a) Bergkrystall, Krystall, *Crystal de Roche*, *Rock or Mountain crystal*, meist in sechsseitigen Säulen mit sechsflächiger Zuspitzung, specifisches Gewicht 2,65, farblos, wasserklar, auch gelb (böhmischer Topas, Citrin), braun oder schwarz (Rauchtopas, *Morion*, *quarz enfumé*, *Topaze enfumé*), starker Glasglanz bis Fettglanz; durchsichtig, doppelte Strahlenbrechung, Bruch muschlig, giebt am Stahl Funken; enthält

aren von Thonerde und Eisenoxyd, welches letztere die Färbung bedingt. Man findet die schönsten Stücke in dem Schweizer Hochgebirge, in dem von Savoyen, namentlich von Madagaskar. Citrine und Achat auf Ceylan. Endlich kommt noch durchsichtiger Quarz in Aufgeschieben, namentlich im Rhein vor. — Man benutzt den Bergkristall zu Luxusgegenständen, Brillen, welche ihre Politur stets behalten, wenn Glas blind wird; das Schleifen geschieht mit Smirgel. Farbte Krystalle und farblose werden als Nachahmungen von Edelsteinen geschliffen und gefasst (böhmische Steine); man wendet den bloßen auch zur Verfertigung von Glasflüssen (Straß) an.

b) Amethyst, *Améthyste*, häufig krystallisirt, Geschiebe, auch in unregelmäßig-abgesonderten Stücken, violblau, glas- bis fettglänzend, durchsichtig bis durchscheinend, Bruch muschlig-splittig; specif. Gewicht 2,65 bis 2,78. Enthält etwas Thonerde, Eisen- und Manganoxyd, letzteres bedingt die Färbung. Findet sich auf Achatgängen zu Oberstein; der schönste aus Sibirien am Ural, von Ceylan, Brasilien. — Benutzung zum Schmuck etc.

c) Gemeiner Quarz, *Quarz opacus*, *Common quartz*, derb, zerklüftet, eingesprengt, weiß, (Milchquarz, *quarz laitoux*, *Milkquarz*) grau, rosaroth (Rosenquarz, *quarz rose*, *rose quartz*), braun (Eisenkiesel, *quarz rubiginoux*, *Iron Flint*), blau (Saphirquarz) etc., theils körnig, fettglänzend, auch wohl nur schimmernd, durchscheinend, unregelmäßig, splittig im Bruch; specif. Gewicht 2,64; enthält kleine Mengen Thonerde und Wasser. Er kommt sehr häufig vor auf Gängen, Lagern, als Geschiebe in Flüssen, als eigne Felsart, Quarzgestein, *Quarz en roche*, als Gemengtheil von Gebirgsmassen, als im Granit, Gneis etc. —

Man wendet den Quarz an zur Fabrikation der bessern und feinen Glasarten, des Porzellans, Steinguts, überhaupt der feinem irdnen Waaren, der Smalte (des Kobaltglases); als Baumaterial, Chausseematerial, als Mühlstein das poröse Quarzgestein (*Quarz meunière*), welches im Becken von Paris und einigen andern Gegenden Frankreichs vorkommt, besonders zu Tarterai bei La Ferté-sous-Jouarre (Dept. de la Seine et Marne), wo die größten Bänke von 8 bis 12 bis 20 Fuß Mächtigkeit sich finden, auch zu Houlbec bei Pacy und zu Lolières bei Limours (Dept. de l'Eure), zu Domme (Dept. de la Dordogne), zu La Ferté-sur-Loire bei Nevers (Dept. de la Nièvre). Es ist ein höchst feinkörniger, mit zahllosen kleinen, unregelmäßigen Höhlen durchzogener Quarz, von bläulich- und gelblichweißer Farbe, enthält Versteinerungen von Muscheln und Pflanzentheilen. — Man verfertigt endlich auch Reibschalen, Farben- und Glättsteine aus Quarz.

d) Feuerstein, *Silex pyromaque, pierre à fuil, Flint*, rundliche Massen, knollige Stücke, derb, auch als Versteinerungsmittel; grau-grünlich-braun, -schwarz, muschlig im Bruch, specif. Gewicht 2,57. Er besteht aus 97 Kieselerde, 1 Thonerde und Eisenoxyd, 2 Wasser, oft auch noch mehrere Procente kohlensa. Kalk, Spuren von zerstückbaren eisenhaltigen Oel gebenden Substanzen. Er kommt im jüngeren Kalk- und Kreidegebirge lagenweise, auch in rundlichen Massen vor, so in der Champagne, wo man in mehreren Gemeinden des Dept. de Loir et Cher zu St. Aignan, Meunes, Noyers, Couffl., im Dept. de l'Indre, Arrondissement Yonne, Seine et Oise, zu Roche-Guyon und Bougival bei Marly Flintsteine verfertigt; in Dänemark, auf der Insel Moen, in Jütland; in Schottland, Tyrol, Galicien (Podgorze), Polen, Rußland. Zur Fäbrigung der Flintensteine bedient man sich verschiedner Hämmer, mit welchen man kunstmäßig mit großer Fertigkeit die gebrochenen Flints spaltet, und die einzelnen Steine schlägt*). Die Fabrikation und der Absatz vermindern sich jetzt durch die Einführung der Perkussionswchre mit Zündhütchen. — Man bedient sich des gebrannten Feuersteins zur Verfertigung des englischen Steinguts (*Flintware*), des Glases (*Flintglas*), man schleift Reibschalen aus Feuerstein, Glättsteine; Feuersteinpulver zum Schleifen von Glas, Metall.

Außerdem verdienen noch genannt zu werden: Achat (Achatschleiferei zu Oberstein), Chalcedon, Jaspis, Hornstein, Prasem, Karneol, Heliotrop, Chrysopras (durch Nickeloxvdyhydrat grün gefärbt, findet sich zu Kosemütz in Schlesien), Kieselsinter. — Opal, Hyalith, Obsidian, Pechstein, Perlstein.

e) Bimmsstein, *pierre à ponce, pumice*, ein schwammiges, porphyrisches Gestein, aus in einander geschlungenen, verworrenen Fasern gebildet; perlmutterglänzend, gelblichgrau ins Bräunliche, Grünliche, an den Kanten durchscheinend, specif. Gewicht 0,37 bis 0,9; enthält 18% Thonerde, etwas Kali und Natron, Eisenoxyd, auch mitunter etwas Magnesia. Es ist ein vulkanisches Product, bildet große Massen in der Umgebung vieler Vulkane, auch in einzelnen Stücken, die oft mit einander verbunden sind, Bimmssteinbreccie. Namentlich auf den vulkanischen Inseln Italiens, Lipari, Ponza, Ischia, Volcano etc., findet sich auch am Laacher See bei Andernach, Neuwied, in Ungarn, Auvergne, Island, Quito, Mexiko. Man bedient sich desselben zum Abreiben, Schleifen des Holzes, Elfenbeins, Filzes, Pergaments, Leder

*) Beschreibung des Technischen in *Brard's Minéralogie* Tom. I p. 135. D. t. T. XVI. p. 154.

etallflächen, zum Abreiben und Poliren von Steinen, von Marmor, etc.; auch als Zusatz zu Kalkmörtel, Steinpappe (zum Glasuren öpferzeug).

Sand, ein Product der Zersetzung vielfältiger Felsarten, namentlich quarzreichen, des Granits, Glimmerschiefers etc, ist in Farbe, Bestandtheilen nach Maßgabe seiner Abstammung sehr verschieden. Er ist ein Hauptglied des aufgeschwemmten Lands, wechselt mit Thonschichten, mit Gerölleablagerungen; er bildet in Gegenden die Hauptmasse des Bodens. Auch in Flussbetten und Meeresufer kommt Sand vor. Deshalb unterscheidet man auch Meersand, der reinste, (Meersand enthält salzige Theile beigemengt), Flusssand, welcher mit Thon, vegetabilischen Ueberbleibseln vermischt ist. Aus diesem Grund muß der letztere gewaschen werden, wenn man sie zur Mörtelbereitung anwenden will. (Siehe unter Kalkmörtel). Er ist für viele Zwecke ein unentbehrliches Material; der reine quarzige Sand dient zum Glas- und Schmaltefabrikation, Mörtelbereitung, zum Schleifen, Putzen; der eisenschüssige thonige als Versatz zur Ziegelerzeugung; der feine scharfkantige Sand zur Formerei behufs des Gießens, (Formsand von Freienwalde, Petersdorf bei Fürstenwalde, etc.) gröberer zum sogenannten Sandguss. Durch Sand läßt man sich durchsickern, um es zu reinigen (siehe beim Wasser Seite 105).

Sandstein, älterer, oder rother Sandstein, *grès rouge*, Kohlsandstein, *grès houiller*, Quadersandstein, *grès psammite*, Molasse, etc., Mischung von größern oder kleinern Quarzkörnern durch thoniges, etc., auch quarziges, eisenschüssiges Cement. Zu verschiedenen Zwecken sehr anwendbar, als zu Baustein, zu architektonischen Verzierungen, als Mühlstein, hiezu taugen nur grobkörnige Steine möglichst gleichförmigen Korn und Festigkeit, man verarbeitet hiezu rothen Sandst., Quaders., Kohlens.; zu Wassertrögen, Hüttenöfen; Schleifstein für eiserne, stählerne Instrumente, hieher gehören auch Schleifsteine für Sensen und Sicheln, Wassersteine, *pierre à faux*, *à l'eau*, für Glas, Gesteine mancherlei Art, auch als Filtrirsteine, etc. Der Sandstein von Fontaineblau (vergl. oben Seite 105).

Der Anhang an die Quarzfossilien verdient der Tripel, *Tripoli*, genannt zu werden. Derb, gelblichgrau, gelblichweiß, matt, erdig, etwas mager anzufühlen, hängt an der feuchten Zunge, brennt sich bei Hitze weiß, specif. Gewicht 2,3; bildet Lager im Flötzgebirge.

Im Schuttland, findet sich auf Korfu (venetianischer Tripel), in Böhmen, Thüringen, England (*rotten stone*), in Frankreich (*ourrie*). Man gebraucht den Tripel zum Putzen von Metall, beson-

270 *Polierschiefer. Wasserst.-, Kohlenst.-, Schwefel-, Chlorsilic.*

ders Messing, Steinen, Glas, zur Darstellung der Form für Glaspaste.
— Polirschiefer, Tripelschiefer, Silbertripel, *Schiste tripolée*, von dünnen geradschiefrigen Gefüge, im Bruch erdig, gelblich-röthlichweiß mitunter gestreift, ist weich, saugt begierig Wasser ein, unter Anstoßen von Luft, schmilzt kaum, specif. Gewicht 1,9. Er findet sich in der Nähe von Steinkohlengebirgen, bildet Lager, so zu Plauß bei Zwickau, in Böhmen, Hessen etc.

[Wasserstoffsilicium, *Hydruure de Silicium*, *Hydruretted Silicium*, durch Zersetzung des Siliciumkalium in Wasser, Kali und Wasserstoffsilicium bilden sich. Es ist im Aeußern dem Silicium völlig ähnlich, verhält sich aber anders als geglühtes Silicium. (Vergleiche das von Seite 265 gesagte, wo von nicht geglühtem Silicium die Rede ist, welches eigentlich Wasserstoffsilicium). — Kohlenstoffsilicium, *Carbure de Silicium*, *Carburetted Silicium*, wird durch Reduction der Kieselerde mittelst kohlenstoffenthaltenden Kalium gewonnen; es ist dunkler von Farbe, als gewöhnliches Silicium, giebt beim Verbrennen auch kohlen saures Gas. — Schwefelsilicium, *Sulfure de Silicium*, *Sulphuret of Silicium*, durchs Erhitzen von Wasserstoffsilicium und Schwefel, unter lebhaft rothem Licht. Eine weiße, erdige Substanz, welche sich in Berührung mit der Luft durchs Erhitzen in Kieselerde und schweflige Säure umwandelt, zersetzt das Wasser, entbindet Schwefelwasserstoffgas.

Chlorsilicium, *Chlorure de Silicium*, *Chloride of Silicium*, durch unmittelbare Vereinigung von Wasserstoffsilicium und trockenem Chlorgas bei mäßiger Hitze, wobei eine Feuererscheinung stattfindet; oder dadurch, daß man Kieselerde und Kohlenpulver mengt und mit Chlorgas in der Wärme behandelt; hiebei bildet sich auch Kohlenoxyd.

Eine tropfbare, farblose, durchsichtige Flüssigkeit, specif. Gewicht 1,5, sehr flüchtig, kocht bei 50°, Dichtigkeit des Dampfes 5,939, besitzt einen stechenden, Augen und Nase reizenden Geruch, raucht an der Luft stark, und zersetzt sich dabei, noch schneller durch Wasser, in dem Salzsäure und Kieselerde sich bilden.]

Silicium vereint sich auch mit Metallen, wenn man Kieselerde, Kohle und Metalle mit einander stark glüht, so bildet sich z. B. Siliciumeisen, welches im Roheisen, im Stahl enthalten ist.

D r e i z e h n t e s K a p i t e l.

V o m F l u o r.

Fluor, *Fluor*, *Fluorine*, der hypothetische, noch nicht dargestellte Grundstoff der Flusssäure, kommt mit verschiednen Metallen im Mineral-, auch Pflanzen- und Thierreich vor, namentlich mit Calcium, Al-

mium, Natrium, Yttrium, Cererium. Nach Analogie mit Chlor, Jod, Brom etc. hält man dieses hypothetische Radikal der Flusssäure für einen einfachen Körper, wofür auch das Verhalten der Verbindungen, die es eingeht, spricht.

Flusssäure, Flusspathsäure, *Acide fluorique*, *Fluoric acid*, Hydrofluorsäure, *Acide hydrofluorique*, *Hydrofluoric acid*, kommt in der Natur nicht gebildet vor, wird aus Fluorcalcium (Flusspath, *Spath fluor*, *Fluor*) mittelst concentr. Schwefelsäure dargestellt; *Scheele* beschrieb sie 1771. Man muß zur Darstellung dieser Säure Platin- oder Bleigeräthe anwenden, indem Glas sogleich zerstört wird, und sich das Fluor mit dem Silicium und Kalium verbindet, welche im Glas vorhanden sind. Man nimmt ein bleiernes birnförmig gestaltetes Gefäß, auf welches ein Deckel von Blei, nebst einem durch die Mitte desselben hindurch gehenden und verlötheten Bleirohr, mittelst Aufreiben fest aufschliesst; als Vorlage dient ein Bleigefäß, in welches die Röhre des Kolbens luftdicht eingerieben ist; es wird mit Eis umgeben, und muß eine kleine Oeffnung haben, um die Luft entweichen zu lassen. Auf 1 Theil gepulverten Flusspath wendet man 3 bis 3,5 Theile conc. Schwefelsäure zur vollständigen Zersetzung an; alle Fugen werden mit fettem Kitt bestrichen, mit Blase überbunden. Die Destillation muß bei gelinder Wärme langsam erfolgen; große Vorsicht ist wegen der höchst gefährlichen Wirkung der flusssäuren Dämpfe und der tropfbaren Flusssäure nöthig. — Erklärung. Fluorcalcium zersetzt unter Vermittelung der Schwefelsäure das Wasser der letztern, es bildet sich Kalk = Calciumoxyd, welcher mit der Schwefelsäure sich verbindet, und Hydrofluorsäure wird erzeugt.

[Der Flusspath darf kein Schwefeleisen, wie so häufig, enthalten, sonst entbindet sich auch Schwefelwasserstoffgas, keinen Quarz (Kieselerde), sonst entsteht auch Fluorsiliciumgas, welches sich mit der Säure verbindet. Dann muß man das Silicium mittelst Fluorkalium niederschlagen, wodurch Fluorsiliciumkalium sich bildet, welches unlöslich ist.]

Die Flusssäure ist eine farblose, sehr saure Flüssigkeit, von einem stechenden, durchdringenden Geruch, und heftigster Aetzkraft; specif. Gewicht 1,0609. Sie raucht an der Luft stark, zieht Wasser an, ist so flüchtig, daß sie bei einer Temperatur wenig über 15° schon kocht, ihre Dämpfe sind für den thierischen Organismus höchst gefährlich, bedingen die schnellste Zerstörung, so wie sie überhaupt unter allen ätzenden Substanzen in Heftigkeit und Schnelligkeit der Wirkung oben an steht. Sie gefriert nicht bei — 40°, röthet Lackmuspapier, färbt Fernambukpapier gelb, läßt sich mit Wasser in jedem Ver-

hältniß unter sehr starker Erwärmung und Zischen mischen. Sie besteht aus: 94,93 Fluor und 5,07 Wasserst., oder aus gleichem Volum Fluordampf und Wetgas, wird durch die Metalle der Alkalien und Erden, durch Eisen, Mangan, Zink zersetzt. Wasserstoffgas entbindet sich und Fluormetalle sind die Producte; sie zerfrisst Glas, indem sich das Fluor mit Silicium zu einer eignen Gasart entbindet, und Fluorsiliciumkalium als eine weiße Salzmasse zurückbleibt; dabei wird auch Wasser erzeugt.

Die Eigenschaft der Flusssäure in Glas zu ätzen, war schon 100 Jahre früher bekannt, ehe *Scheele* die Flusssäure darstellte und beschrieb; ein Nürnberger Künstler *Schwanhard* hat 1670 Ätzungen mittelst Flusspath gemacht. Zu dem Ende wird eine Glasplatte mit dem gewöhnlichen Ätzgrund der Kupferstecher überzogen (Wachs, Harz, Asphalt und Terpentin), darauf mit einer Radirnadel die Zeichnung in den Ätzgrund radirt. Das Ätzen geschieht entweder mittelst flusssaurer Dämpfe, oder mit verdünnter tropfbarer Säure. Im ersten Fall entwickelt man in einem bleiernen Schälchen über einer Lampe aus Flusspathpulver und conc. Schwefelsäure Dämpfe von Flusssäure, und hält die Glastafel so darüber, daß sie nicht warm wird, und zieht sie in verschiedenen Richtungen über dem Schälchen hin und her; 3 bis 5 Minuten reichen aus zur Ätzung. Darauf nimmt man mittelst Terpentinöl den Ätzgrund ab, wäscht die Tafel rein. Die Zeichnung wird matt aber sehr sauber auf dem Glas sichtbar sein. Will man hingegen mittelst flüssiger Säure ätzen, so muß man verdünnte Flusssäure bereiten, indem man bei der Darstellung derselben destillirtes Wasser vorschlägt. Diese wird dann noch mit Wasser zur beliebigen Verdünnung gebracht, wie die Probe es als die beste ergiebt. Die Platte, wie vorhin angegeben, radirt wird mit einem Rand von Klebwachs versehen, und nun die verdünnte Säure darüber gegossen, welche man, nach Maßgabe ihrer Concentration, und ob man eine flache oder tiefe Ätzung beabsichtigt, längere oder kürzere Zeit darüber stehen läßt. Die Ätzung ist, war die Säure concentrirt, matt, war sie verdünnt polirt, welches davon herrührt, daß das erzeugte Fluorsiliciumkalium von der concentrirten Säure nicht, aber wohl von der verdünnten aufgelöst und aus dem Grund der entstandnen vertieften Linien weggebracht wird, wodurch ein polirtes Ansehen entsteht, doch sieht man die matte Ätzung besser, als die polirte.

[Auf alten geätzten Scheiben ist die Schrift erhaben, der Grund geätzt, so an denen der Nürnberger Künstler *Schwanhard*, *Helmhach*. Man bedient sich der Flusssäure auch noch um bei Ueberfangglas die farb-

lma

lose Glasfläche zu entfernen, statt des Ausschleifens, und so eine eigne Art von Glasmalerei hervorzubringen; siehe den Artikel „Glas.“]

Die Flusssäure giebt mit den Basen Fluormetalle, *Fluorures*, nicht eigentliche flusssäure Salze, *Hydrofluates* oder *Fluates*: sie sind theils leicht in Wasser löslich, theils unlöslich. — Anwendung. Ausser zum Aetzen in Glas, dient die Flusssäure auch zu chemisch-analytischen Arbeiten, um Fossilien, welche Kali enthalten, aufzuschließen.

[Man kennt nur 2 Verbindungen des Fluors mit andern Körpern, nämlich mit Bor und Silicium.

Fluorbor, *Fluorure de Bore*, *Fluoride of Boron*, (*Flusaboraxsäure*, *Acide fluoborique*, *Fluoboric acid*) von Gay-Lussac und Thénard 1809 entdeckt. Man vermengt 1 Theil geschmolzene Boraxsäure, 2 Theile Flusspath im gepulverten Zustand mit 8 bis 12 Theilen conc. Schwefelsäure in einem bleiernen oder auch wohl gläsernen Apparat und giebt mässige Wärme. Es entsteht aus dem Sauerstoff der Borsäure und dem Calcium des Flusspaths Kalkerde, welche mit der Schwefelsäure schwefels. Kalk giebt, Fluorbor wird gasförmig entwickelt, über trockenem Quecksilber aufgefangen. Es ist meist mit Fluorsiliciumgas und Dämpfen von Schwefelsäure verunreinigt.

Ein farbloses Gas, von sehr stechendem, ja erstickendem Geruch, sehr sauer, Lackmuspapier stark röthend, raucht an der Luft sehr stark, unter allen Gasen am stärksten, zieht Wasser sehr energisch an; specif. Gewicht 2,371 Thénard, 100 Kubikzoll wiegen 0,3759 preuls. Loth und 1 Kubikfuss 6,4964 pr. Loth. Zum Unterhalten des Verbrennens ist es untauglich, und weder durch Wärme, noch durch Elektricität veränderbar; es besteht aus: 27,94 Bor und 72,06 Fluor, oder aus: 1 Vol. Bldampf und 3 Vol. Fldampf. Das Wasser verschluckt 700 Volum unter bedeutender Wärmeentwicklung, wobei aber eine theilweise Zersetzung stattfindet es wird Wasser zerlegt, es bildet sich aus $\frac{1}{2}$ des Bors Borsäure, welche sich ausscheidet, und eine proportionale Menge Flusssäure, es entsteht dadurch die sogenannte Hydrofluorbor-säure, *Hydrofluat de Fluorure de Bore*, specif. Gewicht 1,77, Auflösung des Fluorbors in Flusssäure; eine wasserhelle, sehr ätzende, archarfs, an der Luft rauchende Flüssigkeit, welche erst bei bedeutender Erhitzung kocht, auf Glas nicht einwirkt.

Fluorsilicium, *Fluorure de Silicium*, *Fluoride of Silicium*, von Scheele bereits im vorigen Jahrhundert bemerkt. Man mengt Flusspath- und Quarz- (oder Glas-) Pulver mit einander, übergießt das Gemeng mit conc. Schwefelsäure, und erwärmt es in einem Glaskolben, fängt das Gas über Quecksilber auf.

Es ist farblos, hat einen stechenden, erstickenden Geruch, sehr sauren Geschmack, specif. Gewicht 3,5785, 100 Kubikzoll wiegen 0,5666 pr.

Loth, 1 Kubikfuß 9,791 pr. Loth; raucht stark an der Luft, reagiert sauer, löscht brennende Körper aus, ist selbst nicht brennbar, besteht aus: 27,75 Silicium und 72,25 Fluor., oder aus 1 Vol. Sildampf und 3 Vol. Fldampf; wird durch Erhitzen nicht zersetzt, aber durch glühendes Eisen, wird von Wasser, Alkohol, Steinöl verschluckt. Wasser nimmt an 265 Volume auf, wird zum Theil dabei zersetzt, in sich ein Antheil Kieselerde als Hydrat absetzt, und eine proportionale Menge Flusssäure bildet, welche die übrige Menge Fluorsilicium gelöst erhält; diese Flüssigkeit, Hydrofluorkieselsäure, *Hydrate de Fluorure de Silicium*, eine Auflösung des Fluorsilicium in Flusssäure, ist sehr sauer, läßt sich concentriren, und giebt eigne Silicate, nämlich Doppel-Fluorverbindungen.]

Fluormetalle, die der Metalle der Alkalien sind in Wasser unlöslich, können in fester Form nicht neutral erhalten werden, krystallisiren mit Flusssäure in Verbindung. Die Fluormetalle der Erden sind in Wasser unlöslich.

Z w e i t e r T h e i l.

V o n d e n M e t a l l e n.

Einleitung.

Man hat sich vielfältig bemüht, genaue unterscheidende Merkmale zwischen Metallen und nichtmetallischen einfachen Substanzen aufzustellen, allein viele von ihnen sind ziemlich relativ. So giebt man die Metalle zeichnen sich aus:

1) Durch einen eignen Glanz, Metallglanz. Diese Eigenschaft, das Licht stark zurückzuwerfen, bedingt durch einen besondern Aggregatzustand der Massentheile, ist aber den Metallen bei weitem nicht allen eigen; so besitzt z. B. Glimmer, manche Thierkohle, Selen, Indium Metallglanz, ohne deshalb Metall zu sein.

2) Sind die Metalle, so weit die Untersuchungen reichen, gute Leiter für Wärme und die mehesten auch für Elektricität, jedoch nicht alle (?). Was das Wärmeleitungsvermögen anlangt, so stehen dieselben allen andern Naturkörpern voran, sie selbst aber besitzen nicht gleiche Leitungsfähigkeit.

Tabelle über das Wärmeleitungsvermögen der Metalle, nach Despretz

Gold	1000	Kupfer	898,2	Zinn	303,9
Platin	981	Eisen	374,3	Blei	179,6.
Silber	973	Zink	363.		

Uebersichtlich und deren wichtigsten nhvei.

14

14



Den Metallen zunächst stehen die Edelsteine, andere harte und te Fossilien, jedoch immer in einem sehr beträchtlichen Abstand.

Tabelle über das Leitungsvermögen der Metalle für Elektrizität.

Nach *Becquerel* *) 2) Nach *Ohm* **) 3) Nach *Harris* ***) 4) Nach *Davy* †)

Kupfer	100	Kupfer	1000	Kupfer	100	Silber	60
Gold	93,6	Gold	514	Silber	100	Kupfer	55
Silber	73,6	Silber	336	Gold	66,6	Gold	40
Zink	28,5	Zink	333	Zink	33,3	Blei	38
Platin	16,4	Messing	280	Platin	20	Platin	10
Eisen	15,8	Eisen	174	Eisen	20	Palladium	9
Zinn	15,5	Platin	171	Zinn	16,6	Eisen	8
Blei	8,3	Zinn	168	Blei	8,3		
Quecksilber	3,5	Blei	97				
Kalium	1,33						

Nach den Metallen folgt Graphit, gut ausgeglühte Holzkohle. Diejenigen Metalle, welche die Elektrizität am wenigsten, fast gar nicht leiten, sind: Zirkonium, Aluminium, Tantalum in pulvrigen Zustand, und Plutonium.

3) Die Metalle sind undurchsichtig. Wie viele andere Körper sind nicht auch! Schon *Newton* hat bemerkt, daß Goldblättchen Lichtstrahlen durchlassen, so daß man alle Gegenstände in einem grünen Licht erblickt. Dies beweist jedoch nicht, daß die Metalle, oder in Specie das Gold durchsichtig sei, sondern bloß so viel, daß im Blattgold eine solche Zahl feinsten Spalten und Poren sein muß, durch welche die Lichtstrahlen hindurchgehen.

Uebrigens sind die Metalle einfache, zur Zeit noch unzerlegbare Körper; ihre Zahl beträgt 40, einige sind erst in der neuesten Zeit isolirt dargestellt worden. Die Metalle sind in Farbe, Härte, Sprödigkeit, Streckbarkeit, Schmelzbarkeit, Flüchtigkeit, Ausdehnbarkeit durchs Erwärmen, specifischem Gewicht sehr verschieden, wie beigefügte Tabelle zeigt.

Die Metalle werden durchs Erwärmen theils weich, wie Eisen, Platin, Silber, theils spröde, wie Zink, Antimon (Messing); beim Erkalten nach dem Schmelzen nehmen sie ein krystallinisches Gefüge an, weshalb sie durchs Hämmern, Walzen, Drahtziehen dichter werden, indem die Theilchen näher in einander gehen. Beim Erstarrten dehnen sich einige aus, wie z. B. Wismuth und einige Legirungen desselben, andere ziehen sich zusammen, wie Zink, Schwefelspießglanz.

*) Bullet d. sciences 1824 p. 180. **) S. n. I. Bd. 14. S. 245. ***) P. Bd. 12. S. 279. †) G. A. Bd. 71 S. 251.

Man versuchte in frühern Zeiten die Metalle verschiedentlich abtheilen, 1) in edle und unedle, d. h. in solche, welche sich durch den Sauerstoff der Luft weder bei der gewöhnlichen noch erhöhten Temperatur oxydiren, und deren Oxyde sehr leicht durchs Erwärmen desoxydirt werden, und in solche, die sich entgegengesetzt verhalten. 2) In Ganz- und Halbmetalle, oder in vollkommen dehn- u. streckbare, und in spröde, die sich nicht also verarbeiten lassen. [Erfahrung lehrt jedoch, daß manche Halbmetalle bei zweckmäßiger Handlung, und namentlich Befreiung von Arsenik, dehnbar sind, z. B. Zink. (3) Man theilt wohl auch die Metalle ein in Metalloide und Metalle, zu erstern rechnet man diejenigen Metalle, deren specifisches Gewicht unter 5,0, zu letztern die übrigen, deren Dichtigkeit über 5,0).]

Alle Metalle können sich mit Sauerstoff verbinden, jedoch ist die Verwandtschaft derselben zu jenem verschieden; die größte Verwandtschaft zum Sauerstoff besitzen Kalium und Natrium, die geringste Arsenik und Chrom; diejenigen Metalle, welche in der chemisch-elektrischen Reihenfolge als — Metalle dem Sauerstoff am nächsten stehen, wenn sie sich mit letztem verbinden, Säuren, wogegen die + el. Metalle, die dem Sauerstoff am fernsten stehen, Basen bilden.

[Die ältern Chemiker nannten die Metalloxyde Kalke, *Chaux (metalliques)*, und den Prozeß ihrer Erzeugung Calcination, in so fern durchs Glühen derselben, oder durchs Behandeln mit Sauerstoff entbindenden Körpern in der Hitze eine Oxydation bedingt wurde. Der Name Kalk bezieht sich auf den erdigen Zustand der Oxyde im Gegensatz der eigentlichen Metalle, die man Könige, *Reguli* nannte, woher z. B. der Ausdruck Spießglanzkönig, *Regulus Antimonii*, ferner regulinisch d. h. metallisch, im Gegensatz von oxydirt. — Die vorstehende Tabelle giebt eine Uebersicht der Metalle, der Oxyde, Säuren welche sie bilden, der Farbe derselben, der Hydrate, der Niederschläge durch Schwefelwasserstoffgas.]

Man erhält die Metalloxyde entweder auf trockenem oder auf nassem Weg.

1) Auf trockenem Weg, wenn man a) Metalle der Luft aussetzt, wobei sie unter Mitwirkung der Kohlensäure und des Wasserdampfes anlaufen, rosten; so z. B. Eisen, Kupfer (Messing, Bronze), Blei, Zink, Mangan, Arsenik. Um das Rosten der Metalle zu verhindern, ist es nöthig, erstlich daß die Luft trocken sei, denn nur in feuchter Luft rosten jene Metalle. (Vergleiche das zu 2 a) gesagte.) Man erreicht dies z. B. bei feinen Wagen, wenn man in die Glaskästen, in denen sie eingeschlossen sind, kleine Portionen geglühtes Chlorcalcium bringt, und dieses sobald es zerflossen mit frischem erneuert. Zweitens durch ei-

Ueberzug auf dem Metall, durchs Ueberfirnissen mit Copallack, Bernsteinlack, Auflösung von elastischem Harz; Eisen wird im glühenden Zustand mit Horn, Harz, oder kalt mit einem Gemisch von Leinölfirnis mit Rus und Bleiglätte überzogen. Auch schützt eine dünne Decke von Oxydul, daher läßt man Eisen in der Hitze blau anlaufen. brunirt es mit Spießganzbutter, oder mit folgender Flüssigkeit: salzsaure Eisenoxydauflösung 2 Loth, Kupfervitriol 1 Loth in $\frac{1}{2}$ Quart destill. Wasser aufgelöst. Diese Flüssigkeit wird aufgespritzt, und die Eisenfläche oft abgerieben. Wickelt man feine Stahlwaaren in leinene oder wollene Lappen ein, welche mit einer Auflösung von schwefelsaurem Natron und gebranntem Kalk getränkt, und dann scharf getrocknet sind, so rosten sie nicht, denn das Salz verwittert und zieht kein Wasser an.

Endlich ist auch noch durch die *Volta'sche* Elektricität ein Mittel dargeboten, das Rosten, Oxydiren der Metalle zu verhindern. Aus der Elektricitätslehre ist bekannt, daß gleichnamig elektrisirte Körper sich abstossen; sobald ein Metall in den — elektrischen Zustand versetzt wird, muß es den — elektr. Sauerstoff abstossen, wird also dann nicht oxydirt werden. Soll Kupfer vor dem Rosten und Zerfressenwerden durch Seewasser geschützt werden, so braucht man, nach *Davy*, nur eine kleine Eisenplatte von $\frac{1}{100}$ der Oberfläche des Kupfers mit diesem auf der innern Fläche in genaue Berührung zu bringen; dadurch wird nämlich Kupfer — elektr., Eisen aber + el. Dies führt aber den Nachtheil mit sich, daß sich nun am Kupfer die + el. Erden aus den im Wasser enthaltenen Erdensalzen absetzen, welche den Seepflanzen und Mollusken zum Anhaltspunkt dienen, so daß dadurch dem Schiff eine große Masse fremder Körper anhängt, welche die Beweglichkeit sehr stört. — Sollen feine Stahlinstrumente, Rasirmesser etc. nicht rosten, so werden sie theils in Silberpapier (besteht aus Zinn und Zink) gewickelt, theils wird in der Schale der Klinge ein Stückchen Zinn angebracht, durch welches der Stahl in Berührung — el. wird. Auf der See wird der eiserne Dampfkessel der Dampfschiffe leicht durch die Salze des Seewassers angegriffen; auch hier hilft ein Stück Zinn, welches man in den Kessel thut, durch welches das Eisen — el. wird.

Umgekehrt befördert die Elektricität, welche durch Berührung zweier Körper erregt wird, bedeutend die Oxydation des einen, so z. B. wenn man Kupferplatten mit eisernen Nägeln aufnagelt, werden letztere sehr schnell durch das Regenwasser zerstört, denn hier ist Eisen + elektr. Desgleichen wenn Zinkblech mit eisernen Nägeln befestigt wird, so wird Zink + el. und zerlegt das Wasser, oxydirt sich und um den Nagel herum entsteht ein Loch im Zink; dasselbe geschieht noch heftiger, wo Kupfer das Zink berührt. Bei Pumpen, wo Eisen

und Messing in Berührung mit Wasser stehen, leidet das letztere durch den Rosten nicht, aber ersteres bedeutend. Hierin liegt auch die Grundursache, weshalb in Uhren kein Oel unverändert bleibt. Bei den Kältebeständigkeitswalzen, welche mit einem stählernen Abstreichmesser (Dont) versehen sind, welches dieselben in allen Punkten berühren muß, bildet sich ein Oxyd, welches — el. wird, von den Säuren in den Beuteln der Farben leicht angegriffen wird, während das Kupfer der Walzen nicht angegriffen wird.

b) Erhitzt man Metalle an der Luft bis sie verkohlen, so bildet sich das Oxyd entweder in Form eines Staubs, einer Kruste, oder es schmilzt selbst zu einer glasartigen Masse, oder, wenn es flüchtig ist, verdampft es, und setzt sich in Krystallen ab. Beispiele zu a) Zink, Blei, Zinn, Wismuth; zu β) Eisen, Kupfer; zu γ) Blei, Wismuth; zu δ) Spiegeglanz, Osmium.

Auf diese Weise bereitet man die Bleiglätte (Masse), Zinnsche, Zinkoxyd, Hammerschlag, Kobaltoxyd, arsenige Säure u. a. m. Die Oxydation erfolgt schneller, wenn man beim Calciniren c) Salpeter hinzusetzt, indem dann der Sauerstoff der Salpetersäure die Oxydation befördert. So geschieht dies z. B. beim Calciniren des Chromeisens, um chromsaures Kali zu bereiten, bei der Darstellung der antimönigen und Antimonsäure. Auch selbst d) kohlens. Kali, kohlens. Natron leisten Dienste, obschon beide keinen Sauerstoff abtreten, so bedingen sie doch durch prädisponirende Wahlverwandschaft die Oxydation der Metalle in der Hitze, wodurch solche Oxyde entstehen, welche als Metallsäuren die vorhandenen Basen neutralisiren. Z. B. bei der Darstellung des chromsauren Kalis wendet man weit mehr kohlensaures Kali als Salpeter an, bei der Darstellung des Rhodium-, Iridiumoxydes der Titansäure etc. (Statt Salpeter kann man auch chlorsaures Kali im Kleinen anwenden.)

2) Auf nassem Weg, entweder a) mittelst der Wasserversetzung, b) durch Zersetzung einer Sauerstoffsäure, c) durch Zersetzung beider, oder d) durch Zersetzung einer Base.

a) Nur wenige Metalle zersetzen unmittelbar das Wasser, als Kalium, Natrium, Lithium, (Ammonium), Calcium, Barytium, Strontium, Magnesium, Aluminium (beide nur kochendes Wasser, nicht kaltes); (Eisen, Zink, Zinn, Kobalt, Nickel zerlegen in der Glühhitze das Wasser, entbinden Wasserstoffgas, Despretz), folgende Metalle nur dann, wenn eine Sauerstoffsäure dabei ist: Yttrium, Beryllium, Zirkonium, Mangan, Zink, Kadmium, Eisen. In solchen Fällen erzeugen sich aus dem erzeugten Metalloxyd und der zur Darstellung angewendeten Säure, durch prädisponirende Verwandschaft (siehe oben Seite 10), Salze. Die Metalle, welche das Wasser sowohl unmittelbar als mittelbar zerlegen, lösen

a) auch in Wasserstoffsäuren unter Entbindung von Wasserstoffgas, als in Hydrochlor-, Hydrofluorsäure, indem sich das — elektrische Element jener mit den Metallen verbindet; so entstehen Chlor-, Fluoralle. Manches Metall, welches an und für sich weder direkt Wasserzersetzt, noch indirekt unter Mitwirkung irgend einer Säure, wird noch durch den Sauerstoff der Luft nur unter Mitwirken des Wasserdampfes leicht oxydirt, z. B. Kupfer (Messing, Bronze); hier scheint Wasserdampf als Träger, Vermittler zu wirken, gleich wie trockenes Lackmuspapier von trockenem kohlensauren Gas nicht geröthet wird, wohl aber feuchtes.

b) Durch Zersetzung von Sauerstoffsäuren, als Salpeter-, Schwefelsäure, welche man allein zu diesem Zweck anwendet, wobei schwefliges, Stickstoffoxyd- und Oxydulgas (salpetrigsaures Gas) sich entbindet, indem die Metalle sich oxydiren und die Oxyde mit den unzerst gebliebenen Antheilen Säure sich vereinigen. Manchmal findet gleichzeitig auch eine Wasserzersetzung statt, wie bei der Oxydation des Eisens mittelst Salpetersäure, wobei sich salpetersaures Ammoniak entsteht.

Salpetersäure, namentlich die concentrirte, rauchende, löst die meisten Metalle leicht auf, selbst ohne Wärme, folgende werden dadurch nicht bedeutend aufgelöst, obschon sie oxydirt werden: Zinn, Eisenglanz; folgende werden gar nicht angegriffen: Gold, Platin, Rhodium, Iridium, Titan, Cerer, Tantal, Wolfram, Chrom. Rauchende Salpetersäure löst Gold ein wenig auf; Palladium entbindet beim Aufheizen unter allen Metallen allein salpetrigsaures Gas; sehr verdünnte Salpetersäure bedingt die Bildung von Stickstoffoxydulgas. Bei dem Oxydationsprozeß findet zum Theil bedeutende Erhitzung statt, bei Eisen, Kupfer, weshalb die Säure nicht concentrirt sein darf, weil sonst ein Theil ungenutzt verdampft. Das Product solcher Auflösungen ist ein salpetersaures Salz. Folgende Metalle werden häufig in Salpetersäure aufgelöst, als: Silber, Eisen, Wismuth, Blei, Quecksilber.

Concentrirte Schwefelsäure löst fast eben so viele Metalle auf, als Salpetersäure, außerdem noch ein wenig Tantal, hierbei ist aber gleichzeitige Anwendung von Wärme erforderlich; Palladium, Nickel werden gar nicht, Blei, Spiegellack nur wenig, besonders ersteres, aufgelöst. Das Product ist ein schwefelsaures Salz. Folgende Metalle werden häufig in Schwefelsäure aufgelöst: Eisen, Zink, Kupfer, (Quecksilber), Silber.

Will man aus diesen Metallaufösungen das enthaltene Oxyd abscheiden, so muß man eine Base hinzubringen, welche zu der Säure eine größere Verwandtschaft besitzt, als das aufgelöste Metalloxyd, ein Al-

kali, oder eine alkalische Erde. Hiedurch wird meistens das Metall präcipitirt, wenn es nicht etwa in einem Ueberschuss an Alkali löslich ist, wie Blei- Zinnoxid und Oxydul, Zinkoxyd in Kali, Natron, Kupferoxyd in Ammoniak. Auch verbinden sich manchmal die Fällmittel mit den Metalloxyden, wodurch Verbindungen beider gefällt werden, z. B. Silberoxyd mit Ammoniak, Uranoxyd, Goldoxyd mit

Das niederfallende Metalloxyd ist gewöhnlich mit Wasser chemisch verbunden, ein Hydrat; diese erscheinen anders gefärbt, als die reinen Oxyde, meist heller. Z. B. Eisenoxydul schwarz, das Hydrat weiß; Kupferoxyd schwarz, das Hydrat blau; Eisenoxyd roth, das Hydrat gelb; Bleioxyd gelb, das Hydrat weiß; Nickeloxyd grau, das Hydrat grün. Wenn man die Hydrate mehr oder minder erhitzt, so wird das Wasser entfernt und die Oxyde nehmen ihre eigentlichen Farben an. — So kann man statt mit ätzenden Alkalien mit kohlensauren niederschlagen, so erhält man kohlensaure Metalloxyde, welche durchs Glühen in reine Oxyde übergehen; eben so kann man auch durchs Glühen salpetersaurer Metalle die Oxyde erhalten, wie beim Quecksilber- und Wismuthoxyd geschieht.

c) Man kann endlich auch Metalle oxydiren durch Desoxydation eines Alkalis einer alkalischen Erde. Zu dem Ende muß man ein Metall in einer Wasserstoffsäure auflösen, oder mit dem — elektrischen Radikal einer solchen Säure verbinden. Man bedient sich hiezu gewöhnlich nur der Salzsäure (Hydrochlorsäure) und des Königswassers (Chlorflüssigkeit mit salpetriger Säure).

Nur wenige Metalle lösen sich in Salzsäure auf; außer den Metallen der Alkalien und Erden nur Mangan, Zink, Cadmium, Eisen, Metalle, welche das Wasser zersetzen (vom Zinn siehe oben Seite 279) (Silber läßt an, und wird oberflächlich in Chlorsilber verwandelt, nicht aufgelöst.) Dabei entweicht Wasserstoffgas und ein niederes Metall bleibt aufgelöst; hierbei findet nicht selten bedeutende Erhitzung statt. Aehnlich verhalten sich die andern Wasserstoffsäuren, namentlich die Salpetersäure, ein kräftiges Auflösungsmittel der Metalle. Wendet man Königswasser an, so lösen sich in demselben weit mehr Metalle auf, als in der Salzsäure, unter Entweichen von salpetrigsauren Dämpfen, indem sich höhere Chlorverbindungen bilden. Folgende Metalle lösen sich in demselben sehr wenig auf, als: Chrom, Tantal, die folgenden gar nicht, Titan, Rhodium, Iridium, Osmium; Silber wird in unlösliches Chloridsilber (Chlorsilber) verwandelt.

Folgende Metalle löst man gewöhnlich in Salzsäure auf: Eisen, Kupfer, Zinn, in Königswasser aber Gold, Platin, Eisen, Zinn.

Setzt man zu einer Auflösung eines Chlormetalls ein ätzend-

kali hinzu, so erfolgt durch doppelte Wahlverwandtschaft eine Zersetzung; das Chlor tritt an das Metall des Alkalis, der Sauerstoff des letztern dagegen an das aufgelöst gewesene Metall, so daß sich das letztere als Oxyd präcipitirt, während das erstere als Chlormetall aufgelöst wird. Wenn z. B. zur Auflösung des Eisens in Königswasser (höchstens Chloreisen) Kali gesetzt wird, so entsteht Chlorkalium, welches aufgelöst bleibt, und Eisenoxyd fällt als Hydrat nieder.

Die Metalloxyde theilt man ein in solche die Basen sind, und in solche die es nicht sind, letztere wieder in Suboxyde und Ueberoxyde (siehe vorn Seite 68). Die Farbe der Oxyde ist sehr verschieden, so wie die der Hydrate, der Metallsturen, das specifische Gewicht, ihr Verhalten in der Wärme. Einige sind nämlich flüchtig, wie Osmiumbioxyd, Tellurstäure, arsenige Säure, Spiesglanzoxyd, andere völlig feuerbeständig; einige schmelzen leicht und verglasen (siehe oben Seite 278), und werden deshalb auch zur Darstellung farbiger Gläser angewendet, andere nicht, wie Chromoxydul, Uranoxydul, Kobaltoxyd, deren man sich wegen ihrer Feuerbeständigkeit und Unschmelzbarkeit zum Bemalen des Porzellans unter der Glasur bedient. Die Metalloxyde lassen sich theils durch gelindes Erhitzen reduciren, wie die Oxyde der edeln Metalle und des Quecksilbers, selbst das Sonnenlicht ist im Stande dieselben zu reduciren, theils verlangen sie ein eignes Reductionsmittel, (siehe oben beim Sauerstoff Seite 92); dieses ist im Großen allein der Kohlenstoff. Hierüber wird am Ende dieser Einleitung eine weitere Mittheilung, in Beziehung auf den hüttenmännischen Prozeß der Reduction, erfolgen.

[Es muß jedoch ausdrücklich bemerkt werden, daß hier nur von der gewöhnlichen Ofenhitze die Rede ist, nicht von den durch Brennspiegel, Knallgasgebläse, *Volta'sche Säulen* zu erreichenden höchsten Hitzegraden, wodurch viele Oxyde ohne Zufügung von Reductionsmitteln reducirt werden. In einzelnen Fällen ist auch der Schwefel ein Reductionsmittel, siehe unten Seite 285; auch Wasser- und Kohlenstoff in den Harzen, fetten Oelen, im Talg, welche gleichfalls in der Technik zu diesem Zweck angewendet werden, und zwar Harz beim Löthen, Verzinnen, Talg beim Verzinnen des Weißblechs, Oel zur Reduction des Eisenoxyds zum Oxydul in Apotheken.]

Man kann aus einer Metallaufösung, in welcher ein Metall sowohl im oxydirten Zustand, als auch mit Chlor verbunden, vorhanden ist, dasselbe in metallischer Form niederschlagen, wenn man in die etwas angesäuerte Flüssigkeit ein Metall bringt, welches in Berührung mit derselben + elektr. wird, oder, wie man es auch auszudrücken pflegt, ein Metall, welches größere Verwandtschaft zum Sauerstoff besitzt, als das

282 *Niederschlagung d. Metalle aus Auflös. durch Metalle.*

aufgelöste. Es versteht sich, daß das einzutauchende Metall eine re-
metallische Oberfläche hat. Taucht man z. B. in eine Bleiauflösung =
Zinkstäbchen, in eine Kupferauflösung ein Eisenstäbchen, bringt man
eine Silberauflösung einen Tropfen Quecksilber, so findet folgender Pro-
zess statt. Das eingetauchte Metall wird in Berührung mit der Metall-
auflösung + elekt., letztere — el.; der kleine Ueberschuß an freier
Säure macht die Flüssigkeit theils zu einem bessern Leiter und Schlie-
ßer der Kette, theils wirkt auch die saure Flüssigkeit selbst stark erre-
gend; alsbald wird das Wasser nach bekannten physikalischen Lehr-
sätzen zerlegt, der Sauerstoff tritt ans + el. Metall, dieses oxydirt sich
und löst sich in der Säure auf, der Wasserstoff dagegen geht an das
— el. aufgelöste Metalloxyd, und bedingt hier eine Reduction und Was-
serbildung; das reducirte Metall der Auflösung wird von dem + el.
Metall, welches eingetaucht worden, angezogen, und folgt, weil es in
sehr feiner Zertheilung sich abscheidet, jener kräftigen Anziehung, la-
gert sich an ersterm ab, und überzieht es entweder, oder bildet baum-
ähnliche Vegetationen (Metallbäume — Dianen- oder Silberbaum, Blei-
baum etc.), welche so lange vom + el. Metall abwärts sich ausbreiten,
als noch Metall reducirt wird, und die Schwere der gesammten Vege-
tation das Abfallen noch nicht bedingt. Das Vergrüßern, Fortwachsen
erklärt man dadurch, daß jedes Partikelchen des — el. Metalls, so wie
es das + el. berührt, selbst + el. wird und nun die andern anzieht,
gleich wie ein Magnet unparteiisches Eisen von fern schon durch Ver-
theilung magnetisch macht und anzieht, welches daun selbst attractorisch
andere Eisenspähnchen eben so wie der Magnet anzieht. Folgende Reihe
zeigt, wie ein Metall vom andern gefällt wird:

+ Zink,	Quecksilber,
Eisen,	Silber,
Zinn,	Gold,
Kupfer	— Platin.
Wismuth,	

[Um einen Bleibaum zu machen, löst man 1 Quentchen Bleizucker, er-
sigsaures Bleioxyd, in 24 Loth destillirtem Wasser auf, setzt etwa 1
Quentchen conc. Essig hinzu, und filtrirt durch Fliesspapier. In die
Flüssigkeit, die man in ein weißes, weites Glas schüttet, taucht man
etwa einen Zoll tief, ein blankes Zinkstäbchen, oder einen zwei Linien
breiten Streifen Zinkblech ein. — Kupferbaum aus Kupfervitriol-
lösung und etwas freier Schwefelsäure und einem Stückchen reinen
sendralit, Messerklingen. — Silberbaum aus einer Auflösung
tersauren Silberoxyd und einem Tropfen Quecksilber.]

Man bedient sich solcher Ausscheidungen zu verschie-

rocken, z. B. um aus dem Cementwasser (einer in Kupfergrün-Schwefelkupfer bricht, durch allmähliche Oxydation desselben) die Auflösung von Kupfervitriol, oder schwefelsauren Kupfer, zu Eisensulfat Eisen das Cementkupfer zu gewinnen; um fein Silber die Auflösung des kupferhaltigen Silbers einer Münze durch ein Kupfer zu fällen. Um Eisen behufs der Versilberung oder auch mit einem Kupferhäutchen zu belegen, taucht man es in eine Kupferauflösung; um Stahl zu vergolden, taucht man ihn in eine Auflösung von Chlorgold in Schwefeläther; um Kupfer, Bronze, Messing etc. oder Silberamalgam vergolden oder versilbern zu können, taucht man es in eine Kupferauflösung, d. h. es wird mit einem Häutchen Quecksilber bestrichen, welches dadurch geschieht, daß man das Kupfer etc. mit einer Kupferauflösung, d. i. einer Auflösung von salpetersauren Quecksilberoxyd bestricht, wodurch Quecksilber metallisch auf dem Kupfer niedergeschlagen wird.

Man benutzt auch zur Entdeckung einer Spur aufgelösten Kupfers in einer Flüssigkeit das blanke Eisen als ein höchst empfindliches Entdeckungsmittel.

Beispiele aus dem Leben. Nicht selten ist das Pflaumenmus auf Mangel an Kenntniß kupferhaltig, d. h. es enthält Kupfersalze, citronens., weinsteins., Kupferoxyd, indem die in dem Pflaumenmus enthaltenen Pflanzensäuren, wenn das heiße Pflaumenmus in kupfernen Kesseln erkaltet, das Kupfer oxydiren, und mit dem Oxyd Salze bilden, welche der Gesundheit nachtheilig sind, z. B. Erbrechen, Leibschmerzen erregen. Dies kann man sogleich vermeiden, wenn man das Mus mit ein wenig reinem Essig ansetzt, so reinet die Messerklinge eintaucht; wird diese roth, so ist Kupfer vorhanden. Es ist indes merkwürdig, daß, wenn der Kessel rein gewesen war, und beim Bereiten, wie es sich gehört, stets gerührt wird, das Mus nicht im Kessel erkaltet, keine Kupfersalze sich bilden. (siehe hiermit das bei der Salzsäurebereitung Gesagte). Eben so wird selten Gurken (sogenannte Pfeffergurken) durch essigsäures Kupfer vergiftet, indem man den dazu nöthigen Essig, um erstere schön zu färben, in kupfernen Geräthen kocht. So entdeckt man auch Zinkvitriol Kupfervitriol enthalten ist, wenn man in eine etw. verdünnte Auflösung desselben einen Eisendraht steckt.]

Allein durch ein Metall kann man aus einer Auflösung ein Metall nicht fällen, sondern auch durch ein Metallsalz, welches Verwandtschaft zum Sauerstoff hat, als z. B. durch Eisenvitriol (Eisenoxydul), niederschlagen Chlorzinn (salzsaures Zinnoxyd) zu einer Auflösung von Chlorgold Eisenvitriol zugesetzt wird, so färbt sich die Flüssigkeit dunkel gelblich.

284. Verbindung. d. Metalle mit Wasserst., Kohlenst., Schwefel.

ein Theil des Eisenoxyduls seinen Sauerstoff an den andern Theil giebt, wodurch jener zu Oxyd wird, das reducirte Eisen aber sich dem Chlor des Chlorgolds zu höchstem Chlorcisen verbindet, welches mit dem schwefelsauren Eisenoxyd aufgelöst bleiben. Auf diese Weise wird das Malergold für die Vergoldung von Porzellan, Glas, und halben Vergoldung auf Metalle verfertigt. Das niedere Chlorcisen wirkt auf eine Gold- oder Quecksilberauflösung ganz ähnlich, indem sich höheres Chlorcisen bildet, oft auch Zinnoxid niederschlägt.

Die Metalle verbinden sich:

[1] Mit Wasserstoff. Wasserstoff giebt nur mit wenigen Metallen theils luftförmige, theils starre (?) Verbindungen, *Hydrides*; z. B. Arsenik, Tellur (Kalium) luftförmige, beide sollen auch mit Wasserstoff Verbindungen in concreter Form geben, was neuerdings bestätigt worden ist. Solche Verbindungen kommen nicht in der Natur vor.]

2) Mit Kohlenstoff; Kohlenstoffmetalle, *Carbures*, finden sich nicht in der Natur, werden aber durchs Ausschmelzen der Metalle und deren Oxyde in Berührung mit Kohlenstoff im Großen und Kleinen erzeugt, (siehe vorn Seite 92). Hierher gehört Roheisen, Stahl selbst gewissermaßen Zinn, Zink, Stabeisen, Mangan u. s. m. — Das damascirte Ansehen des ostindischen Wootzes (Stahl), das von Bunsen darzustellen gelehrt, Gussstahl beruht auf der Entstehung zweier verschiedener Kohleneisenverbindungen, von denen die eine in der Natur krystallisirt.

3) Mit Schwefel; geschwefelte Metalle, *Sulfures*, *Sulfides*, kommen in der Natur sehr häufig vor, gehören zu den gewöhnlichsten und wichtigsten Erzen. So kommt Schwefeleisen, Schwefelkupfer, S. m. Zink, Antimon, Silber, Quecksilber, Arsenik u. s. m. vor. Man findet sie in der Mineralogie Kiese und Blenden; erstere sind undurchsichtig, und haben Metallglanz, die andern sind durchscheinend, ohne Metallglanz: Beispiele: Schwefelkies, Kupferkies, Zinnkies; Zinkblend, Spiesglanzblende.

Man kann auf verschiedene Weise geschwefelte Metalle darstellen:
a) durch unmittelbare Vereinigung, wobei oft ein lebhaftes Feuer gegeben wird; (siehe vorn Seite 156). So verbrennt im Schwefeldampfe Eisen mit blutrothem, Kupfer mit rosenrothem Licht. So bereitet man geschwefeltes Eisen zum chemischen Bedarf, daß man auf glühendem Eisenblech (nicht Guss Eisen) Schwefel wirft; im Großen Schwefelkupfer zur Darstellung des Kupfervitriols, Schwefelquecksilber (Zinnmercur), Schwefelsilber, zum Niello, (siehe beim Silber). Zink und Gold lassen sich auf diese Weise nicht schwefeln, ebenso wenig als mit st

bekannten Verbindungsstufen der Metalle mit Schwefel auf diese Art darstellen kann.

b) Durchs Erhitzen von Schwefel mit Metalloxyden, wobei sich aus dem Sauerstoff der letztern und einem Theil des erstern schwefligsaures Gas bildet, und das reducirte Metall mit dem übrigen Schwefel eine Verbindung eingeht. So wird z. B. das gelbe und rothe Operment (Schwefelarsenik) auf den Gifthütten aus arseniger Säure und Schwefel dargestellt. Ist das Metalloxyd ein Alkali oder eine alkalische Erde, so bilden sich neben den geschwefelten Metallen auch noch schwefelsaure Salze, welche Gemische man Schwefellebern nennt. So besteht die Kalischwefelleber aus einem mehr oder minder geschwefelten Schwefelkalium und schwefelsaurem Kali.

[c) Durch Schwefelkohlenstoff kann ein Metalloxyd in der Glühhitze leicht geschwefelt werden, indem kohlensaures, oder Kohlenoxydgas als Nebenproduct sich bildet. d) Auch wohl durch Glühen der schwefelsauren Salze mit Kohle; so stellt man z. B. Schwefelkalium aus schwefelsaurem Kali, Schwefelcalcium aus schwefelsaurem Kalk dar.]

e) Mittelt Schwefelwasserstoffgas und hydrothionsauren Schwefelammonium (siehe vorn Seite 181). Es werden aber einige Metalle dadurch nicht als Schwefelmetalle gefällt, als, außer den Metallen der Alkalien und Erden, Chrom, Titan, Tantal, Cerer.

Die Schwefelmetalle sind theils krystallisirbar; theils nicht, erstere kommen meist in der Natur vor, nur wenige künstliche Schwefelmetalle kennt man krystallisirt; sie sind theils leichter, theils schwerer schmelzbar als die einzelnen Metalle an sich. Gewöhnlich giebt es so viele Schwefelungsstufen eines Metalls, als es Oxyde giebt, jedoch nicht immer; so giebt Eisen und Arsenik 5, obschon ersteres nur 2, letzteres höchstens 3 Verbindungen mit Sauerstoff eingeht. Die Schwefelmetalle kann man gewissermaßen in Sulphuride, Ueber- und Untersulphuride eintheilen; erstere sind diejenigen, welche im verschlossnen Raum beim Erhitzen keinen Schwefel abgeben, und sich mit andern Sulphuriden und Uebersulphuriden verbinden. Die Uebersulphuride geben beim Erhitzen sowohl im verschlossnen Raum, als auch im Freien Schwefel ab, und verwandeln sich in einfache Sulphuride. Hierauf beruht die Möglichkeit der Schwefelgewinnung aus dem höchsten Schwefeleisen, (vergleiche vorn Seite 155). Dabei bleibt ein niederes Schwefeleisen zurück, welches dann mittelst der Luft zu schwefelsaurem Eisenoxydul sich oxydirt.

Einige Schwefelmetalle oxydiren sich von selbst an der Luft, andere nicht; zu den letztern gehören alle Uebersulphuride, und überhaupt die Sulphuride derjenigen Metalle, die geringe Verwandtschaft

zum Sauerstoff haben, wogegen andere sich leicht oxydiren und felsaure Metallsalze verwandeln, z. B. Schwefelkalium, Natrium felseisen niederes, Schwefelzink, Schwefelkupfer. Dagegen wird mittelst der Wärme oxydirt, wobei die Uebersulphuride theils abgeben, theils schweflige Säure entbinden. Dieser Prozeß ist der Großen der Röstprozesse auf den Hütten genannt, und so gestellt, vorzüglich bei Kupfer-, Blei-, Silbererzen; Producte sind dann überbasische schwefelsaure Metallsalze. (Dahier von unten.)

Einige Schwefelmetalle lösen sich in Wasser auf, die der Metalle der Alkalien und zum Theil auch der alkalischen Erden, zwar ohne alle Zersetzung, welche nur erst dann beginnt, wenn eine Säure ins Spiel kommt. Andere, und zwar die Mehrzahl, sind unlöslich, einige davon werden gerade in feuchter Luft allmählich oxydirt, (wie sich auch die Metalle verhalten, vergleiche S. 279). Diejenigen Sulphuride, welche Metalle enthalten die entweder an sich, oder mit Hülfe einer Säure zersetzen, wenn sie mit einer verdünnten Säure übergossen werden, Schwefelwasserstoffgas, wie Schwefelkalium, Natrium, Sbarium niederes Schwefeleisen, eben so die Sulphuride der Metalle, welche in Salzsäure auflösen, wenn man sie mit Salzsäurebehandlung des Prozesses siehe vorn Seite 179).

[Die Schwefelmetalle verbinden sich unter einander in bestimmten Verhältnissen, indem sich eins zu dem andern — und + elektrochemisch so z. B. Schwefelspiessglanz mit Schwefelsilber im Rothgültigerz, wobei das erste — el. das letzte + el. sich verhält. Schwefelarsenik mit Schwefelkalium bei der Darstellung des Arseniknickel) mittelst Pottasche und Schwefel. Oxyden verbinden sie sich, wie z. B. Schwefelspiessglanz mit Glanzoxyd in dem Rothspießglanzerz (Spießglanzblende), Selen mit Kobaltoxyd, Schwefelzink mit Zinkoxyd.

4) Mit Selen; Selenmetalle, *Séléniures*, *Selenides*, kommen sam in der Natur vor, als Selenisen, S. Kupfer, Blei, Silber, Kobalt. Selen verbindet sich mit den Metallen oft auf Feuererscheinung; auch können Selenmetalle durch Präcipitationem VVeg erhalten werden. Sie haben meist ein metallisches, grauschwarz, schmelzen leichter als die Metalle, geben beim Erhitzen das Selen von sich, indem ein Theil verbrennt. Man benutzt das Selenbleies zur Darstellung des Selens.

5) Mit Phosphor; Phosphormetalle, *Phosphures*, *Phosphides* kommen nicht in der Natur vor, werden theils durch unmittelbare Verbindung der Metalle mit Phosphor erhalten, wobei eine L

Wärmeentwicklung stattfindet, theils durch Reduction phosphorsaurer Metalloxyde mit Kohle, durch Fällung von Metallauflösungen mit Phosphorwasserstoffgas, (einige Metalle sollen hiedurch nicht in Phosphormetalle verwandelt, sondern regulinisch niedergeschlagen werden). Sie sind hart, spröde, glänzend, oxydiren sich leicht an der Luft, entbinden, unter Mitwirkung einer Säure häufig Phosphorwasserstoffgas.

6) Mit Bor; Bormetalle, *Borures*, *Borides*, kommen nicht in der Natur vor, werden sowohl auf direktem Weg erhalten, als auch durchs Glühen von Borsäure mit einem Metall und Kalium.]

7) Mit Chlor; Chlormetalle, *Chlorures*, *Chlorides*, kommen in der Natur häufig vor: Chlorkalium, Natrium, Ammonium, Calcium, Magnesium, Blei, Kupfer. Man stellt sie dar auf trockenem und nassem Weg, a) auf trockenem, wenn man gepulverte Metalle in trocknes, erwärmtes Chlorgas bringt unter Feuererscheinung, z. B. Kalium, Arsenik, Spiegellanz, Wismuth, oder wenn man gepulverte Metalle mit Quecksilberchlorid gemengt destillirt. Hierbei geht Quecksilber über und zugleich auch das meist flüchtige Chlormetall. So stellt man z. B. Chlorzinn, Chlorwismuth, Chlorspiegellanz dar. b) Auf nassem Weg; man löst ein Metall in Salzsäure, oder in Königswasser auf, im ersten Fall entbindet sich Wasserstoffgas, und ein niederes Chlormetall wird erzeugt, im letztern entsteht ein höheres Chlormetall. Auch Chlorwasser ist im Stande Metalle aufzulösen.

Die Chlormetalle sind entweder starr oder flüssig, letztere meist bedeutend flüchtig, rauchen an der Luft, condensiren Wasserdampf und ziehen Wasser an, wobei sie meistens krystallisiren, so z. B. wasserfreies Chlorzinn mit viel Chlor, Spiegellanzbutter (sie führen die Namen Oele, Buttern in der ältern Chemie), sie werden durch Hitze nicht zerlegt, zersetzen das Wasser meistens nicht, nur dann, wenn sie sich in basische und saure Chlormetalle scheiden, wie bei Chlorwismuth, Chlorzinn, Chlorantimon der Fall ist. Dabei wird ein Theil des Chlormetalls Wasser zerlegen, wodurch Metalloxyd und Salzsäure entstehen, ersteres mit einem Antheil Chlormetall verbunden fällt als basisches Chlormetall nieder, letztere bleibt mit einem andern Antheil vereint als saures aufgelöst. Setzt man zu einem Chlormetall eine Säure und irgend ein Ueberoxyd, oder einen Körper, der reichlich Sauerstoff abtreten kann (wie Chromsäure) hinzu, so wird Chlor abtunden (vergl. Seite 195 u. 213). Die starren Chlormetalle sind entweder wasserleer, weiß, grau von Farbe, oder wasserhaltend, krystallinisch, farblos, durchsichtig, verlieren durchs Glühen das Wasser. Chlormetalle verbinden sich unter einander wie Schwefelmetalle,

z. B. Chlorquecksilber (Schmelze) mit Chlorcalcium, Chlorstrontium, oder bei anderen — el. letzteres + el. sich verhält.

[8) Mit Jod; Jodmetalle, *Jodures*, *Jodides*, kommen in der Natur spärlich vor, Jodnatrium, Jodkalium, Jodblei, Jodzink. Man erhält sie auf gleiche Weise wie die Chlorometalle, einmal mittelst Joddampf, oder mittelst Jod und Wasser, oder mittelst Hydrjodsäure. Sie sind meist flüchtig in allerlei Farben, theils flüchtig, theils nicht, mit Wasser vermischt krystallisirt. — 9) Mit Brom; Brommetalle, *Bromures*, *Bromides*. Man kennt nur das Brommagnesium in der Natur, die übrigen sind Kunstproducte; von ihnen gilt beinahe dasselbe, was bei den Chlor- und Jodmetallen gesagt worden ist.]

10) Mit Cyan; Cyanmetalle, *Cyanures*, *Cyanide*. Sie kommen in der Natur nicht vor, werden sowohl auf trockenem, als nassem Wege erzeugt. a) Wenn man in Cyangas erhitzte Metalle bringt, z. B. Kalium, so verbinden sich dieselben mit jenem unter Lichtentwicklung. Calcyt, eine aus stickstoffhaltender Thierkohle mit fixen Alkalien, alkalischen Erden, so bilden sich durch gegenseitige Entzündung Cyanmetalle, z. B. das Cyankalium, Cyaneisen etc. b) Durchs Auflösen von Eisen in Blausäure, durchs Kochen eines Cyanmetalls mit Wasser und einer Base, welche ihren Sauerstoff an das erstere Metall abgibt, wird das letztere Metall in ein Cyanmetall verwandelt; z. B. Cyaneisen mit Quecksilberoxyd, oder Kali, giebt Cyanquecksilber, Cyankalium, und Eisenhydrat.

Die Cyanmetalle sind theils in Wasser löslich (unter beginnender Zersetzung), theils unlöslich, zersetzen unter Mitwirkung einer Säure in Wasser, erzeugen Blausäure (vergleiche Seite 253); sie sind theils farblos, theils farbig, verbinden sich unter einander, z. B. Cyankalium mit Cyaneisen, Cyankupfer mit Cyaneisen etc., wozu das bekannte blaue Kali und das Berlinerblau gehören. Theils vertragen sie die Hitze, theils werden sie dadurch zersetzt, so wird z. B. das Cyankalium durch Erhitzen nicht zersetzt, dagegen Cyanquecksilber, Cyaneisen.

11) Mit Silicium; Siliciummetalle, *Silicures*, *Silicides*, sind Kunstproducte, kommen in der Natur nicht vor. Man erhält sie durchs Glühen der Metalle oder deren Oxyde mit Kieselerde oder kieselhaltenden Fossilien und Kohle; so z. B. enthält der Stahl Silicium 0,2 bis 0,8%, auch das Roheisen. Die Siliciummetalle sind hart, sonst noch unvollständig bekannt.

12) Mit Fluor; Fluormetalle, *Fluorures*, *Fluorides*, kommen in der Natur nicht selten vor, am häufigsten Fluorcalcium, aber auch Fluornatrium, Fluoryttrium, Aluminium, Cerer, Tantal. Man stellt sie durchs Auflösen der Metalloxyde in Flußsäure dar, oder durchs Behandeln

nes Fluormetalls mit einem Metalloxyd, welches seinen Sauerstoff dem Metall abtritt, und dafür das Fluor eintauscht.

Sie sind theils in Wasser löslich, theils nicht, krystallinisch, theils starre Substanzen, theils dampfförmige, wie Fluorchrom, Fluorarsenik, u. a. m., zersetzen das Wasser unter Mithülfe einer Säure, wobei Flußsäure sich erzeugt, schmelzen ohne Entmischung, verbinden sich unter einander wie die obigen. So enthält z. B. der Kryolith Fluornatrium und Fluoraluminium.

Die Metalle verbinden sich endlich unter einander in mannigfaltigen Verhältnissen, welche Verbindungen man Legirungen, *Alliages*, *Alloys of metals* nennt, mit Ausnahme derjenigen, welche Quecksilber enthalten, diese führen den Namen Amalgame, *Amalgames*. Obschon man viele Legirungen zur Zeit untersucht hat, so sind doch noch mannigfaltige Verbindungen theils noch nicht versucht, theils auch nicht gelungen, man konnte mitunter einzelne Metalle mit einander nicht verbinden.

Die Metallegirungen haben eigne Farben, jenachdem bald mehr von dem einen oder dem andern Metall in die Mischung eingeht. Die Härte ist meist größer, als bei den einzelnen Metallen, die Schmelzbarkeit erhöht, so daß die Legirungen meist leichter schmelzen, als die Bestandtheile, oder doch wenigstens als der Hauptgemischtheil, z. B. Schnellloth aus Wismuth, Zinn und Blei, *Newton's*, *Rose's* Metall. Merkwürdig ist, daß das specifische Gewicht der Legirungen selten, fast nie, dem mittlern specifischen Gewicht der einzelnen Metalle entspricht, sondern theils größer ist, in Folge einer Verdichtung, theils auch geringer gefunden wird, indem sich die Masse ausgedehnt haben muß; (besonders hat man dies an verschiedenen Legirungen des Zinns mit Blei gefunden). Hieraus geht hervor: daß man aus dem specifischen Gewicht einer Legirung und den specifischen Gewichten der Bestandtheile keinen sichern Schluß auf das Mengenverhältniß der Metalle in der Legirung unmittelbar machen kann, wie man dies früher glaubte.

Sind zwei Metalle in ihrer Schmelzbarkeit sehr verschieden, und haben sie zu einander keine bedeutende Verwandtschaft, oder überwiegt das leichter schmelzbare bei weitem das schwerer schmelzende, so kann ersteres bei mäßiger Hitze zum Schmelzen gebracht werden, während letzteres ungeschmolzen zurückbleibt. Dies ist z. B. der Fall mit Kupfer und Blei, mit Zinn und Kupfer, mit Wismuth und Kobalterz; man kann Blei und Zinn vom Kupfer zum größten Theil abscheiden, so auch Wismuth vom Kobalterz, Schwefelantimon von seiner Gangart (*fonte crue*), welchen Prozeß man das Saigern, *liquation*, *refining* nennt. Hierbei kann auch noch das leicht schmelzende

Metall, wenn ein drittes, viertes zugleich mit vorhanden ist, welches zum leicht schmelzenden größere Verwandtschaft hat, als zum schwerer schmelzenden, dieses mit aufnehmen, was z. B. beim Saigern des silberhaltigen Kupfers der Fall ist, wo das zugeschnittene Blei mit dem Silber abtropft, obschon das Silber weit schwieriger schmilzt, als Blei, während das Kupfer, mit wenig Silber und etwas Blei verbunden, auf dem Kiehnstock zurückbleibt. Diese Prozesse werden sowohl auf offenen Heerden, Saigerheerd (wie das Saigern des Kupfers) betrieben, ehe in Röhrenöfen, wie das Absaigern des Wismuths, das Schwefeln aus dem Antimonglanz.

Auf der Eigenschaft der leicht schmelzenden Metalle schwerer schmelzende, wenn sie andere Verwandtschaft zu ihnen haben, aufnehmen, sich mit ihnen zu verbinden, beruht die Möglichkeit Metalle durch Metalle zu löthen. Löthen, *souder*, *soldering*, nennt man die Verbindung zweier Stücke eines oder auch verschiedener Metalle durch ein drittes leichter flüssiges Metall, welches sich mit jedem fest verbindet; das leichtflüssige aufgetragene Metall nennt man *Loth*, *soudure*. Dieses muß nach der verschiedenen Schmelzbarkeit und Natur des zu löthenden gewählt werden, z. B. um verzinntes Eisenblech zu löthen dient das Schnellloth der Klempner, aus Zinn und Blei zu gleichen Theilen, zum Löthen des Eisens, Gußeisens bedient man sich theils des Kupfers, des Schlageloths, *soudure forte*, einer Legirung von Kupfer und Zinn, des Silbers, aber auch, wo die gelöthete Stelle nicht ins Feuer kommt, des reinen Zinns, indem man die Flächen erst verzinnt und dann mit Zinn verlöthet. Um Kupfer zu löthen wendet man Zinn, auch sogenanntes Silberloth an, ein Gemisch von 5 Theil. Silber, 6 Theil. Zinn, 2 Zink; um Messing zu löthen, Silberloth, Schnellloth; um Zinn zu löthen Blei und Zinn; um Blei zu löthen Schnellloth, auch selbst Blei, wobei aber eigens verfahren werden muß, damit nicht das zu löthende Metall einschmilzt; (Löthen mit dem kalten Kolben, Vergießen). Platin löthet man endlich mit feinem Gold, Gold mit einer Legirung von Gold und Silber, oder Gold und Kupfer, Silber mit einer Legirung von Silber und Kupfer.

Bei jedem Löthen ist nöthig: 1) daß die Löthstellen völlig rein von Oxyd sind, weshalb man sie abschabt, 2) daß man die Luft abhält, welche sonst das heiße Metall sich oxydiren würde, oxydirte Flächen nehmen aber das Loth nicht an. Dies wird erreicht entweder dadurch, daß man die zu löthende Stelle, nachdem das Loth zwischengebracht ist, mit Lehm umklebt, dann trocknet und erhitzt, (wie es die Schlosser oft thun) oder man bedient sich hierzu einer schmelzenden Substanz, welche sowohl die Löthstelle und das Loth bedeckt, somit die Luft ab-

hält, als auch das etwa noch vorhandne Oxyd auflöst, oder reducirt. Solche Substanzen sind: Borax, Kolophonium (Glaspulver); Borax dient besonders bei dem Schlagloth, Silberloth, überhaupt, wo eine grössere Erhitzung nöthig ist, Borax nimmt auch das etwa noch vorhandne und entstandne Oxyd auf, reinigt die Löthstelle. Kolophonium dagegen wendet man beim Schnellloth, beim Löthen mit Zinn an, wobei es schmilzt, zum Theil verkohlt wird, und dadurch reducirend wirken kann. Wendet man zum Löthen Zinn an, so wird häufig Salmiak mit Wasser oder Oel aufgetragen, um das Verzinnen der Metallflächen zu erleichtern. Dieses Salz bedingt Reinigung der Metallflächen und Beseitigung des Oxydes. — Glaspulver wenden die Schlosser statt Borax an, nur ist es nicht leicht von den Löthstellen loszumachen, und die Feilen werden dadurch stumpf.

Mit dem Löthen hat auch das Ueberziehen eines Metalls mit einem andern leicht flüssigern die grösste Uebereinstimmung, wie z. B. das Verzinnen kupferner Geräthe, von Eisenblech und Eisengeräth, Gusseisen, das Vergolden und Versilbern mittelst Amalgam, (wovon an gehörigen Orten das Nähere). Das Plattiren dagegen ist wesentlich hiervon verschieden; ein starres Metall haftet auf dem andern starren durchs Aufwalzen vermöge der Adhäsion fest, ohne dass ein Bindemittel, ein Loth zwischengebracht würde, so Silber, Gold, Platin auf Kupfer; hierauf beruht die Fabrikation von plattirten Geräthen, Lyoner Gold- und Silberdraht (Lahn), wovon unter den betreffenden Metallen ein Mehreres.

Einige Worte über die Aufbereitungs- und Zugutemachungsmethoden.

Die aus der Grube geförderten Erze werden vor dem Schmelzen mehreren mechanischen Operationen, der Aufbereitung, *préparation mécanique*, unterworfen, um sie von dem Felsgestein, in welchem sie eingewachsen, eingesprengt sind, möglichst zu scheiden, fein zu zertheilen etc. Das Aushalten, oder das erste Trennen von der Gebirgsart, geschieht sowohl in den Gruben, als über Tage; (Handscheidung, *triage à la main*). Man unterscheidet Stufferze, *mine grasse*, derbe Erze, welche nicht weiter zerkleinert werden und zur Hütte gehen, und Pocherze, eingesprengte Erze, welche durch anderweitige Zerkleinerung, Wäsche etc. in den Pochwerken, *bocard*, aufbereitet werden. Dieselben sind mit Stempeln, Quetschwalzen versehen; erstere zer-pochen das Erz entweder trocken oder naß, bei stetem Zu- und Abfluss von Wasser, welches die zerkleinerten Erztheile, welche durch ein aus Eisen-draht geflochtne Sieb durchgehen, mit sich in große Sümpfe, *bassins*, *labyrinth* fortnimmt, wodurch eine vorläufige Trennung der schweren Erztheile von den leichten Gesteintheilen bewirkt wird. Aus diesen

wird das Pochmehl von Zeit zu Zeit ausgeschlagen und durch die folgenden Wascharbeiten, *lavage*, weiter aufbereitet. Diese geschehen durch Siebe, welche in Trögen voll Wasser auf und ab bewegt werden, *criblage à la cuve*, in denen man das Erz von der Gebirgsart einfach scheidet, oder mittelst Schlammgraben, Stofsheerde, *tables mobiles*, *ou à percussion*, Plan- und Kehrheerde; letztere sind schiefe Ebenen, theils von Holz, theils von Seegeltuch gebildet, wie die Planheerde, theils beweglich wie die Stofsheerde, theils unbeweglich wie die Kehrheerde, *tables dormantes*, *à balais*. Auf diesen wird durch einen dünnen Wasserstrahl das Pochmehl verarbeitet, theils durch die beweglichen Stofsheerde, ohne dafs besondere Handarbeit stattfindet, indem das leichtere mit dem Wasser abfließt, das schwerere aber auf dem Heerd zurückbleibt; theils auf den Kehrheerden, indem stets mit Tannenreisig das Pochmehl mit dem Wasser gewaschen wird. Das Product dieser Operation heißt Schliech, wenn es fein, Graupen, wenn es mindestens die Größe einer Erbse besitzt; erstere werden wieder verschieden benannt. (Zu gewissen Zwecken werden die Erze nach dem Pochen noch gesiebt und gemahlen.)

Die rohen Erze und Schlieche werden nun von dem Hüttenmann übernommen, und meist vor dem Schmelzen einer Vorarbeit unterworfen, welche man Rösten, *grillage*, nennt. Durch diesen Prozeß wird nur in seltenen Fällen eine mechanische Auflockerung bezweckt, in den meisten ist der Zweck Verflüchtigung einiger Bestandtheile des Erzes, als Wasser, Kohlensäure, Schwefel, Arsenik etc., wozu bald Zutritt der Luft, bald nicht erfordert wird. Sollen Erze von Schwefel befreit werden, so geschieht dies entweder in freien Haufen, oder in sogenannten Röststätten, auf von 3 Seiten mit Mauerwerk eingeschlossenen Plätzen, *aires murées*, oder in eignen Oefen. Die Rösthaufen werden theils ohne Dach, theils unter Bedachung über einer Unterlage von Brennmaterial, Holzkohlen, Holz aufgestürzt, von unten angezündet, wobei die schwefelreichen oder bituminösen Erze (Kupferkies, Schwefelkies, Bleiglanz, Kupferschiefer) selbst sich entzünden und fortbrennen. Der Rost muß mehrere Male gewendet werden, d. h. es müssen mehrere Röstungen hinter einander erfolgen. Das Rösten in Oefen ist besonders zur Auflockerung, Zertheilung, Verflüchtigung von Wasser und Kohlensäure sehr ökonomisch; die Oefen sind niedrige Schachtöfen, wie die Kalkschachtöfen, *fours à chaux*; will man aber dadurch Substanzen verflüchtigen, welche gleichzeitige Einwirkung von Luft und Hitze erfordern, so sind dazu Flammröstöfen erforderlich, *fourneaux à réverbère*. In diesen Oefen kann, unabhängig von Wind und Wetter, der Röstprozeß gleichmäßig und vollkommen betrieben werden, es sind aber hierzu nur

Schliche anwendbar, dafür wird aber auch eine vollkommene Rüstung erzielt. (In England wird meistens in Röstöfen gerüstet.)

Nun folgt das Zugutemachen, *fonte*. Durch diesen hüttenmännischen Prozess muss das Metall nicht allein von seinen Verbindungen im Erz, sondern auch von der Bergart geschieden werden, welche sich durch mechanische Mittel nicht trennen liefs. Manchmal überwiegt letztere bedeutend, wie beim Kupferschiefer, wodurch das Zugutemachen vertheuert wird. Es müssen von den Metallen die mit ihnen verbundenen Erden, Sauerstoff, Schwefel getrennt werden; erstere werden sowohl unter sich, als mit leicht schmelzbaren Metalloxyden sich verschlacken, welchen Schlackenbildungsprozess der Hüttenmann nach Regeln leiten muss, sowohl durch zweckmäßige Gattigung der Erze, als Zufügung von Flüssen, *fondans*, wie Flusspath, Quarz (für Eisen, Blei) Kalkstein, Mergel, Schlacken. Je dickflüssiger die Schlacken, *laitiers*, desto mehr wird Metall verloren, indem dann in die Schlacken nicht allein ein bedeutender Antheil des zu reducirenden Metalloxydes eingeht, was durch grössere Hitze und gehörige Flüsse vermieden wird, sondern auch die reducirten Metallkörner sich nicht wegen der Zähigkeit der Schlacken gehörig vereinigen und unter diese senken können, sondern in ihnen zerstreut bleiben. Zu dünnflüssige Schlacken dagegen umhüllen die reducirten Metallkörner nicht gehörig, weshalb dieselben von der Gebläseluft wieder oxydirt werden, und nehmen auch bedeutend viel von den Metalloxyden auf, welche reducirt werden sollen. Schlacken, in denen Metallkörner zerstreut sind, werden gepocht und gewaschen, um jene zu gewinnen (z. B. Wascheisen). Von den Flüssen unterscheiden sich die Zuschläge, welche man hinzufügt, um das Metall von den im Erz vorhandenen mit ihm verbundenen Substanzen zu scheiden, wie Kohlen um den Sauerstoff zu entfernen, Eisen um Schwefel vom Blei zu scheiden etc., und das Metall in sich aufzunehmen. (Bei den einzelnen Metallen hiervon genauer.) Ueberhaupt erfolgt die Scheidung nach Maßgabe der verschiedenen Eigenschaften der Metalle bald durch Verflüchtigung (Arsenik), durch bloße Schmelzung (Wismuth, Gold, Silber), durch Oxydation (arsenige Säure), durch Desoxydation (Eisen, Blei, Zink, Zinn), auch durch aufeinander folgende Oxydation und Desoxydation (Blei, Kupfer), endlich auch durch den Zusatz eines dritten Körpers.

Die Resultate der Schmelzung sind meist Schlacke, Stein, Metall (Bleiglanz, Fahlerze), mitunter blos Schlacke und Stein (Kupferschiefer), Schlacke und Metall (Eisenerz, Kupfer- und Bleiglättfrischen). Stein, *matte*, nennt man Schwefelmetalle, Producte aus den gerösteten Erzen durch die reducirende Wirkung der Kohlen im Ofen; ist dagegen Arsenik

mit im Spiel, so entstehen Arsenikmetalle als Halb- oder Zwischenducte, welche man Speise nennt (Kobaltspeise bei der Schmelzfabrikation, — Arseniknickel). Stein und Speise unterliegen einer neuen Verarbeitung. Schlacken sind kiesel-saure Erdsalze und Metalloxyde, wovon bei den einzelnen Metallen das Genauere.

Die Oefen, deren man sich bedient, sind 1) Schachtöfen, 2) Flammöfen, 3) Gefäßöfen. Die erstern, *Fourneaux à courant d'air forcé*, sind so konstruirt, daß durch Mauerwerk ein senkrechter hohler Raum, Schacht, *puît*, von verschiedner Form, Höhe und Weite gebildet wird, in welchem die Erze mit dem Brennmaterial (Holzkohle, Coaks) unmittelbar umgeben sind. Gebläsemaschinen führen verdichtete Luft in den mit Brennmaterial und Erz schichtenweis erfüllten Ofen. Die obere Oeffnung, zum Eintragen der zu schmelzenden Massen, nennt man die Gicht, *guculart*, die zweite, durch welche in einer gewissen Höhe über der Grundfläche des Ofens die Luft eindringt, die Formöffnung, *orifice, trou de la tuyère*, die dritte, durch welche das geschmolzene Metall abgelassen werden kann, die Stichöffnung, Stich, *orifice de coulée ou de percée*; er ist immer auf dem tiefsten Punkt des Heerds oder der Grundfläche des Schachtofens. Häufig wird in dem Heerd noch eine Vertiefung angebracht, Tiegel, Sumpf genannt, in welchem sich das geschmolzene Metall sammeln kann. Der Raum, in welchem das Metall zu fließen beginnt, oder der Schmelzraum, ist zwischen der Heerdsohle und der Formhöhe; dieser Theil des Ofenschachts leidet natürlich am meisten von der Hitze. Je nachdem man den Heerd und die Vorwand des Ofens verschieden construirt, entstehen mancherlei Abweichungen, welche man mit verschiedenen Namen belegt.

[Liegt z. B. der Heerd ganz unter dem Schacht, so daß die geschmolzene Masse während der Arbeit nicht abfließen kann, sondern abgestochen werden muß, so heißt diese Art der Construction das Schmelzen mit geschlossener Brust, *fondre à poitrine fermée*; liegt aber der Heerd theils unter dem Schacht, theils vor der Vorwand, und stehen beide Theile des Heerdes durch eine Oeffnung in der Vorwand in Verbindung, so heißt dies das Schmelzen mit offener Brust, *fondre à poitrine ouverte*, über den Tiegel oder Sumpf, mit einem Vorheerd. Vor dem Ofenheerd liegt gewöhnlich noch ein Stichheerd, *bassin de réception ou de coulée*, in welchem beim Abstechen des Heerds die Masse gelassen wird. Liegt endlich der Heerd zwar unter dem Ofenschacht, aber der Tiegel, oder der tiefste Punkt desselben, ganz vor der Vorderwand, *bassin d'avant-foyer*, so daß die geschmolzene Masse während der Arbeit durch eine Oeffnung ununterbrochen aus dem Heerd in den Tiegel fließen kann, so nennt man diese

Einrichtung des Schmelzens über oder durch das Auge, *fondre sur œil, ou sur trace*; sehr häufig hat ein so construirter Schachtöfen 2 Augen und 2 Tiegel, von denen abwechselnd eins offen und eins geschlossen ist.]

Man benennt endlich auch die Schachtöfen nach der Höhe des Schachts: man unterscheidet Krummöfen, *fourneaux courbes*, *fournaux à manche*, wo der Schacht nicht über 5 Fufs hoch ist, Halbhöfen, *demi-hautes fourneaux*, nicht über 12 bis 14, Hohöfen, *hautes fourneaux*, über 14 bis 60 und mehr Fufs Höhe. — An die Schachtöfen reihen sich noch Oefen an, welche zwar keinen eigentlichen Schacht, d. h. keinen Kanal über der Formöffnung haben, aber wohl einen Schmelzraum, in welchem der zu behandelnde Körper mit dem Schmelzmaterial in Berührung kommt; man nennt dieselben Heerde, *foyers*, auch Feuer, z. B. Frischheerd oder Frischfeuer, Saigerheerd (so natürlicher Luftzug ist), Gaarheerd.

Die Flammöfen, *fourneaux à réverbère*, sind so construirt, daß die Masse mit dem Brennmaterial nicht in unmittelbare Berührung kommen, sondern bloß der Flamme desselben ausgesetzt werden, (vergl. Taf. V. Fig. 9). Der Flammofen enthält daher 2 völlig gesonderte Räume, einen, in welchem das Brennmaterial verbrennt, den Feuerraum, zweitens den Schmelz- oder Glühräum, Heerd, *laboratoire*, *la chauffe*, *hh*. Hier muß rohes oder nicht verkohltes Brennmaterial angewendet werden, welches mit Kohle brennt; die zum Verbrennen nöthige Luft wird durch natürlichen Luftzug ohne Gebläse beschafft, weshalb im Feuerraum ein Zug, *grille*, *a* liegen muß, unter welchem ein Aschenfall, *cendrier*, *c*. Der Raum und Heerd werden oben mittelst eines Gewölbes, *réverbère*, mit einander verbunden, damit sich die Flamme aus dem ersten in den zweiten begeben könne. Eine eigne Oeffnung, die Einsatzöffnung, *g* Fig. 9 Taf. V., dient dazu das Erz auf den Heerd einzutragen; sie wird beim Gang des Ofens mit einer Thür oder Schieber verschlossen, befindet sich auf einer Seite oder im Gewölbe des Heerdraums. Auch ist wohl zu bemerken Füllen, wie bei den Flammöfen zum Schmelzen des Roh-
 1. eine eigne Stichöffnung durch die eine Seitenmauer des Heerds, zum Ablassen der geschmolzenen Masse, angebracht. Endlich führt eine
 2. Oeffnung *k*, der Fuchs, *rampant*, den Flammenstrom aus dem Heerdraum nach dem Schornstein *l*, welcher eine Höhe von 24 bis 30, oder 35 Fufs erhält; manchmal entweicht die Flamme durch die Einsatz-
 3. öffnung, und dann ist kein künstlicher Schornstein, wie z. B. bei den
 4. Schmelzöfen, Spießöfen
 5. 1) eher ein
 6. 1) Flamm-
 7. über. Der
 8. Flamme über

den Luftstrom am Gewölbe hin, so daß sie die Heerdsohle nicht berühren. Deshalb ist eine Brücke *f*, *autel*, *pont*, eine senkrechte Mauer zwischen dem Feuer- und Heerdraum aufgeführt, welche bewirkt, daß die Flamme aufsteigen muß, und nicht unmittelbar die Heerdsohle, *sole*, *aire*, trifft. Nach Verschiedenheit der Erze und des zu erzielenden Effects des Brennmaterials ist die Construction der einzelnen Räume, des Gewölbes, Schornsteins verschieden. Ein gut construirter Flammofen kann eine Hitze von 150 bis 160° W. hervorbringen, meistens ist sie bedeutend geringer.

Gefüßöfen endlich sind solche, in denen eigne, aus feuerfestem Thon gefertigte, Gefäße von verschiedner Gestalt, als Tiegel, Muffeln, Retorten, Röhren, sowohl durch glühende Kohlen, als auch durch die Flamme des Brennmaterials erhitzt werden. (Ueber Tiegelöfen siehe vorn Seite 50). Messing- Gufstahlofen, Ofen zum Tiegelguß für Roheisen, zur Sublimation des weissen, gelben, rothen Arsenikglases. Bei den Muffel- Retortenöfen ist die Construction ganz wie bei den Flammöfen, die Gefäße, welche entweder auf dem Heerd aufgestellt, oder über dem Feuerraum angebracht sind, werden von der Flamme umspült, welche durch Oeffnungen im Gewölbe des Schmelzraums entweicht. Hierher gehören auch die Glasöfen, Cementiröfen für Stahl, Zinköfen, Schwefeltreib- und Wismuthsaigeröfen,

[Von der besondern Construction der Oefen soll das Nöthige bei den einzelnen Metallen, so viel nämlich unumgänglich erforderlich ist, um sich einen richtigen Begriff von dem hüttenmännischen Verfahren zu machen, aufgeführt werden:]

E r s t e s K a p i t e l,

V o m K a l i u m.

Kalium, *Potassium*, entdeckte 1807 *Davy* mittelst der *Volta'schen* Säule; er zerlegte Aetzkali (Kaliumoxydhydrat), wobei sich das Metall am — Pol in kleinen Kügelchen sammelte. Nimmt man Quecksilber zu Hülfe, indem man in ein Stück Aetzkali eine Grube macht, und einen Tropfen Quecksilber hineinfüllt, letzteres mit dem — Pol verbindet, so erhält man Kaliumamalgam, welches das Wasser mächtig zersetzt. *Gay-Lussac* und *Thénard* stellten das Kalium zuerst in größern Quantitäten auf chemischem Weg durchs Glühen von Aetzkali mit Eisendraht in einem Flintenlauf dar, wozu ein eigener Ofen construiert wurde. Da jedoch dieses Verfahren kostspielig war, so versuchte man

f einem wohlfeilern Weg zum Ziel zu gelangen, Brunner lehrte hwarzen Flufs (calcinirten rohen Weinstein, d. i. kohlena. Kali mit angemengtem Kohlenstoff) mit einem Zusatz von $\frac{1}{10}$ Holzkohle in gehmiedeten eisernen Cylindern (Quecksilberlegeln) zu zersetzen. Der dazu erforderliche Ofen ist sehr einfach, die Ausbeute ergiebig, nur hält man das Kalium mit Kohlenstoff verbunden, von welchem es durch eine Destillation, am sichersten aus einer ähnlichen schmiedeisenen Retorte, gereinigt werden kann.

Erklärung des Processes. Wenn calcinirter Weinstein in eisernen rätthen mit eiserner Ableitungsröhre geglüht wird, so wirkt der Kohlenstoff reducirend aufs Kali, es entstehen: Kohlenoxyd-, kohlena. Gas, Wasserstoffgas und Kaliumdämpfe, welche durch die angefügte kurze Röhre in die mit rectificirtem Steinöl gefüllte Vorlage dringen und sich hier in kleine Kugeln condensiren. Ausserdem bilden sich noch bei diesem Prozess: Sauerkleesäure, Krokonsäure, eine noch nicht genau kannte schwarze, unschmelzbare Masse, welche die Ableitungsröhre verstopft, und deshalb herausgebohrt werden muß, soll der Prozess nicht unterbrochen werden; ferner ein Kalium enthaltendes Gas, (Kaliumwasserstoffgas, ob eine chemische Verbindung, oder bloße Mischung?)

Abbildung des Apparats und Ofens, um nach Brunner's Methode Kalium darzustellen, findet man in *Berzelius's* Lehrbuch der Chemie Bd. I. S. 740; so auch *Thénards* Apparat, auch in *Thénard Traité de chimie* Tom. V. Pl. XXXI.]

Das Kalium ist zinnweifs, stark glänzend, specif. Gewicht 0,865 bei 15°, bei 0° ist es fest, spröde, bei + 20° weich wie Wachs, dehnbar, geschmeidig, bei 58° flüssig, verdampft vor der Rothglühhitze in grünen Dämpfen, läfst sich destilliren, muß in rectificirtem Steinöl, welches keinen Sauerstoff enthält, aufbewahrt werden. An der Luft oxydirt es sich sehr schnell, verliert den Metallglanz, zersetzt das Wasser sehr kräftig, wobei es sich entzündet und mit einer rüthlichen Flamme verbrennt (Wasserstoff und Kalium brennen), Kali erzeugend, welches sich im Wasser auflöst. Wenn das Verbrennen aufhört, erfolgt gewöhnlich eine kleine Explosion, wobei Kali umhergespritzt wird. Kalium hat unter allen Körpern die grösste Verwandtschaft zum Sauerstoff, reducirt alle andern oxydirten Stoffe oft unter Lichterscheinung, dient daher auch die Metalle einiger Erden, Bor, Silicium darzustellen, zur Analyse des Kohlenoxydgases etc.

Kalium giebt mit Sauerstoff 3 Verbindungen, von denen eine eine Base ist.

[1) Kaliumsuboxyd erhält man durchs Schmelzen eines Gemengs von Kalium und Kali. Es ist grau, schmelzbar, verbrennt erwärmt an

der Luft, zersetzt das Wasser ohne sich zu entzünden, und enthielt 90,74 Kal. und 9,26 Sauerst.]

2) Kaliumoxyd, *Protoxide de Potassium, Protoxid of Potassium*, *Potasse, Potassa*, (Pflanzenlaugensalz, vegetabilisches Alkali), kommt im Mineral-, Pflanzen- und Thierreich an verschiedenen Säuren gebunden vor, als an Schwefel-, Phosphor-, Salpeter-, Sauerklee-, Weinstein-, Kieselsäure u. a. m. Mehrere in der Technik angewendete Fossilien enthalten Kali, als Feldspath, Glimmer, Basalt, Klingstein, Granit, welche dadurch die Eigenschaft besitzen zu schmelzen und zu verglasen.

Das reinste Kali, frei von Hydratwasser, kann nur durchs Verbrennen des Kaliums in trockner Luft, oder Sauerstoffgas dargestellt werden, denn man kennt keine Methode das Kalihydrat vom Wasser zu befreien. Es ist grauweiß, fest, hart, spröde, schmilzt bei der Rothglühhitze, ist in Wasser sehr leicht auflöslich, zieht an der Luft Wasser und Kohlensäure an, zerfließt zu kohlens. Kali; ist sehr ätzend, zerstört thierische Gebilde, wirkt giftig, reagirt alkalisch und besteht aus: 83,05 Kal. und 16,95 Sauerst. Man wendet dasselbe nicht an, stattdessen wohl das Kalihydrat, Aetzkali, von dessen Darstellung in Folgendem.

Zur Darstellung des Kalihydrats dient das reinste kohlens. Kali. Man löst es in einem silberplattirten Kessel mit 10 bis 12 Theilen destillirten Wasser auf, und setzt nach und nach $\frac{1}{2}$ Theil frisch gebrannten Marmor, welcher zu Hydrat gelöscht worden ist, hinzu, während die Flüssigkeit im Kochen erhalten wird. Hierbei tritt durch einfache Wahlverwandtschaft die Kohlensäure an den Kalk, es bildet sich kohlens. Kalk, und das ätzend gewordene, von der Kohlensäure befreite Kali löst sich in der Flüssigkeit auf. Die Probe, ob alles Kali von Kohlensäure völlig befreit sei, besteht in folgendem: Es wird ein wenig von der Flüssigkeit abfiltrirt, und das Durchfiltrirte schnell in ein Glas geschüttet, in welchem verdünnte Schwefelsäure sich befindet, oder auch in Kalkwasser; im ersten Fall wird sich ein Aufbrausen zeigen, im letztern ein weißer Niederschlag, wenn noch kohlens. Kali übrig ist. Ist dies der Fall, so setzt man noch etwas Kalkhydrat hinzu, kocht wieder, und wiederholt obige Probe, bis man sich überzeugt, daß kein kohlens. Kali mehr übrig ist. Man kann aber auch zu viel Kalk hinzusetzen, dann löst sich ein klein wenig Kalk in der Laug auf, welches man durch einen Zusatz von kohlens. Kalilösung entdecken kann. Darauf wird die Flüssigkeit in einem gut verschlossenen Gefäß zum Klären hingestellt, das Trübe durch einen aus gebleichter Leinwand

and gefertigten Beutel durchgeseiht, der Rückstand von kohlen. Kalk
ohl mit destillirtem Wasser abgeseiht, um die anhängende Kalilauge
gewinnen. Sämmtliche Flüssigkeiten werden sodann vermischt, in
einem silberplattirten Kessel schnell abgedampft und dann nochmals zum
Karabsetzen hingestellt, hierauf aber die klare Lauge abgegossen und
weit eingedampft, daß die dickflüssige Masse beim Erkalten gesteht.
Diese Masse schmelzt man dann in einem silbernen Tiegel vorsichtig,
um alles hygroskopische Wasser zu entfernen. Das Kalihydrat muß so-
fort in abgetrocknete und erwärmte Gläser mit luftdichtem Verschluss
gebracht werden. (Silberne Geräthe sind deshalb nöthig, weil dieses
Metall von dem Kali nicht angegriffen, und dadurch ein völlig reines
Kali gewonnen wird; Platin wird aber angegriffen.)

Wo es auf einen mehr oder minder bemerklichen Gehalt an frem-
den Salzen im Kalihydrat nicht ankommt, kann man zur Bereitung des-
elben gereinigte Pottasche und gebrannten Kalk anwenden. Man ver-
fährt eben so, nur gebraucht man blanke eiserne Kessel. Setzt man
zur mäßig concentrirten Lauge starken Alkohol und läßt einmal aufko-
chen, füllt dann die Flüssigkeit in verschlossene Gefäße, so scheidet
derselbe die fremden Salze vom Kali ab, indem letzteres sich im Al-
kohol auflöst, und die erstern in der Flüssigkeit gelöst von dem letztern
sich trennen. Wenn man dann die alkoholische Kalilösung vorsich-
tig von der Salzauflösung abhebt und verdunstet, so gewinnt man
ein ziemlich reines Kalihydrat, *Potasse à l'alcool*, welches nur noch
etwas Chlorkalium und kohlen. Kali, letzteres durch Zersetzung eines
Theils Alkohol entstanden, enthält. Wendet man dagegen keinen Alko-
hol an, so enthält das Kalihydrat alle fremden Salze beigemengt, welche
die Pottasche enthielt.

Das Kalihydrat, *Hydrate de Potasse, Hydrat of P., Aetz-
kali, Aetzstein, Pierre à cautère, Potasse à la chaux, Caustic Po-
tash, dry Potassa*, ist eine weiße feste Masse, spröde, specif. Gewicht
1,708, schmilzt unter der Rothglühhitze, verdampft bei höhern Hitz-
graden in weißen, ätzenden Dämpfen, zerfließt auch an der Luft und
zieht Kohlensäure an, löst sich leicht in Wasser und Alkohol auf, giebt mit
Ölen und Fetten in Wasser lösliche weiche Seifen, auch so mit Wachs
und Harzen unlösliche, löst Schwefel, einige Schwefelmetalle (Schwe-
felarsenik, Schwefelantimon etc.), Thonerde, Kieselerde auf, zerstört
thierische Gebilde, wie Haare, Wolle, Seide, Horn, Haut etc., macht
die letztere so weich und schlüpfrig, daß sich dieselbe fettig anfühlt.
Es besteht aus: 84 Kali und 16 Wasser.

Aetzlauge, Kalilauge (Seifensiederlauge), *Lessive caustic, Cau-
stic ley*, ist eine Auflösung von Aetzkali in Wasser. Die reinste Kali-

lauge ist farblos, oder bläugelb, specif. Gewicht verschieden, wie die folgende Tabelle nachweist; sie besitzt einen eignen, unangenehmen Geruch, höchst ätzenden Geschmack, zerstört thierische Gebilde, setzt im concentrirten Zustand in der Kälte Krystalle ab, Kalihydrat in löslichen Oktaëdern, dünnen Tafeln, welches 30% Wasser enthalten. Auch die Lauge muß aus den angegebenen Gründen vor Licht geschützt aufbewahrt werden. (In Glasflaschen aufbewahrt, setzt sich der Glaspfropf oft sehr fest ein, dagegen hilft Betalgen denselben.)

T a b e l l e

über den Gehalt einer Aetzkalilauge an Aetzkali, nach Richter.

Specif. Gew.	Kali-pro-cente	Specif. Gew.	Kali-pro-cente	Specif. Gew.	Kali-pro-cente	Specif. Gew.	Kali-pro-cente	Specif. Gew.	Kali-pro-cente
1,58	53,06	1,46	42,31	1,34	32,14	1,22	23,14	1,10	11,30
1,56	51,58	1,44	40,17	1,32	30,74	1,20	21,25	1,08	9,20
1,54	50,09	1,42	37,97	1,30	29,34	1,18	19,34	1,06	7,93
1,52	48,46	1,40	35,99	1,28	27,86	1,16	17,40	1,04	6,77
1,50	46,45	1,38	34,74	1,26	26,34	1,14	15,38	1,02	5,44
1,48	44,10	1,36	33,46	1,24	24,77	1,12	13,30	1,00	0,00

Aetzkali und Aetzlauge dienen zum chemischen Gebrauch bei Analysen von Mineralien, als Auflösungs- und Fällungsmittel; Kalilauge ist auf Thonerde, selbst Kieselerde, Beryllerde, Zinnoxidul und Oxid, Zink-, Bleioxid, Antimonsture, antimonige Säure (Antimonoxyd). Man bedient sich derselben sehr häufig zum chemischen Gebrauch, zum Bleichen, Seifensieden, in der Färberei, Kattundruckerei u. s. w. Zu diesem Behuf wird die Kalilauge auf folgende Weise entweder a) aus Asche, oder b) aus Pottasche gefertigt.

a) Bereitung der Seifensiederlauge aus Asche und Kalk; Darstellung des Aeschers. Man bringt gesiebte Holzasche (nicht Torfasche) am besten die von Büchenholz, auf einen mit Fliesen belegten Fußboden und feuchtet sie mit Wasser an, setzt dann etwa 8 bis 10% gebrannten Kalk, nach Maßgabe des Kaligehalts der Asche (siehe bei dem Artikel „Pottasche“ das Nähere über die Prüfung) zu, und formt an der Asche einen kegelförmigen Haufen, legt den zerschlagenen Kalk hinein, bedeckt dann denselben, nachdem man ihn mit ungefähr $\frac{1}{2}$ seines Gewichts Wasser besprengt hat, mit Asche, so daß der Kalk ringsherum im Aschenhaufen eingeschlossen ist. Hat sich der Kalk gelöscht, ist er zu einem staubartigen Hydrat geworden, so wird der Haufen auseinander geschaufelt, gemengt und in das Aescherfaß gebracht. Diese haben

konische Form, nach unten zu verjüngt, mit doppelten Boden, theils Eichenholz oder Buchen- und Eichenholz, welches vor dem ersten Gebrauch tüchtig ausgebrüht, besonders mit Kalkmilch behandelt werden muß, um den Extractivstoff, Gerbstoff, welche die Lauge färben, auszuziehen, theils aus Gussseisen, unstreitig die brauchbarsten und dauerhaftesten. Ueber den durchlöcherten Boden wird Stroh gelegt und das Gemeng von Asche und Kalk darüber geschüttet, festgelegt, das Aescherfaß gefüllt, mit Stroh bedeckt. Man gießt bei geschlossenem Hahn Regen- oder Flußwasser auf, und zwar so viel, daß es 2 Zoll hoch über der Oberfläche des Aeschers steht, deckt das Faß. Nach 24 Stunden öffnet man den Hahn, und läßt die klare Lauge abfließen, welche 20 bis 25% Kali enthält, und Feuerlauge heißt. Man

verfährt dann bei geschlossenem Hahn wieder Wasser auf, verfährt wie vorher, und erhält nun eine schwächere Lauge, Abrichtelauge, welche 10 bis 15% Kali enthält; sodann auf dieselbe Art die schwache Lauge, von 4% Gehalt, welche theils statt Wasser auf einen frischen Aescher gegeben, theils zur Verdünnung der Feuerlauge angewendet werden kann. Der ausgelaugte Aescher, *soap-waste*, enthält noch ein wenig Kali, kohlens. und kiesels. Kalk, wird theils als Dünger für thonigen Boden, saure Wiesen benutzt, theils in Glashütten zu Kalk-Kreideglas, in Salpeterhütten, auch zum Mörtel bei Fundamenten. Zum Aufbewahren der verschiedenen Laugen hat man eigens Behälter aus Holz, oder besser aus Gussseisen, welche unter den Boden der Fässer in die Erde versenkt angebracht und wohl zugedeckt werden müssen. — Eine solche Lauge sieht braun aus, von dem aufgelösten Extractivstoff aus dem nicht völlig verbrannten rückständigen Holz, dem Holz der Aescherfässer; sie enthält vielerlei fremde Salze, löst.

b) **Bereitung der Lauge aus Pottasche und Kalk.** Meistens wird Pottasche mit Holzasche gemengt zur Darstellung der Lauge angewendet, wodurch sie lockerer wird, und sich leichter auslaugen läßt. Die Menge des Kalks richtet sich nach der Güte der Pottasche, d. h. nach dem Gehalt an kohlens. Kali, und nach der Menge der Asche, zugesetzt wird, man rechnet im Durchschnitt 2 Theile Pottasche zu 1 Theil Kalk (das Genauere hierüber bei der Pottasche). Das Verfahren ist im Allgemeinen ganz gleich; die Pottasche wird zerklopft, mit Holzasche gemengt, in dem angefeuchteten Gemeng der Kalk gelöscht, und dann ausgelaugt.

Zum Behuf des Bleichens bereitet man die Lauge also: man setzt einer bestimmten Menge Pottasche den zur Bereitung der Lauge nöthigen gebrannten Kalk in kleinen Stücken hinzu, mengt alles wohl

unter einander, und setzt anfänglich nur, so viel Wasser hinzu, als zum Löschen des Kalks nöthig ist. Indem nun letzter sich löscht, entbindet er die zur Beförderung des chemischen Processes nöthige Wärmemenge; darauf fügt man noch so viel Wasser allmählig hinzu, daß die ganze Menge des Alkalis aufgelöst ist. Nach öfterm Umrühren läßt man endlich klar absetzen, zapft die Lauge vorsichtig vom Bodensatz ab, und spült letztern so lange mit Fluß- oder Regenwasser ab, als das Wasser noch alkalisch schmeckt.

Prüfung der Stärke der Laugen. Eine empirische Probe ist die Geschmacksprobe, nur bei schwächern anwendbar; die Fingerprobe, ob sich die Lauge mehr oder minder fettig anfühlt; die Eiprobe, ob ein Ei auf der Lauge schwimmt oder sinkt, wie tief es beim Schwimmen eintaucht. Alle diese Proben sind sehr ungewiß. Man bedient sich zur genauern Prüfung sowohl einer eigens dazu angefertigten Senkspindel, Alkalimeter, Laugemesser, oder einer chemischen Methode der Neutralisation mit Säuren. Was die Senkspindel betrifft, so gewährt sie darum keine Genauigkeit, weil man sich bei der Anfertigung der Procentenskala zu den Versuchen eines reinen Kalihydrats und destillirten Wassers bediente, in einer rohen Lauge aber außer dem Kalihydrat noch verschiedene Salze, Thon-, Kalk- und Kieselerde, Extractivstoff, Ulmin etc. aufgelöst sind, welche auf die Dichtigkeit der Lauge ihren Einfluß gleichfalls ausüben, so daß eine Lauge, in welcher das Instrument 20% andeutet, keineswegs 20% enthält, sondern nur einschließlich der fremden Materien 20%, wie viel kommt aber auf letztere? Dieser Fehler der Ungenauigkeit wird bei schwachen Laugen noch merklicher, als bei concentrirten, da diese viel fremde Stoffe enthalten können. Dennoch bedient man sich zu relativen Vergleichen der verschiedenen Stärken der Laugen dieses Laugemessers, auch wohl des Bauméschen Instruments.

Genauere und zuverlässigere Resultate gewährt das andere Verfahren, die Menge des in einer Lauge enthaltenen Kalis durch die zur Neutralisation desselben erforderliche Menge Säure zu erfahren. *Homo* schlug im vorigen Jahrhundert zuerst ein solches Verfahren ein, welches *Farquelin*, *Descroizilles*, *Gay-Lussac* weiter verfolgten und zur Erreichung der genauesten Resultate ausbildeten. (Das Ausführlichere hierüber bei dem Artikel „Pottasche“ Seite 313.)

[Verfahren, um eine beim Bleichen gebrauchte Lauge wieder anwendbar zu machen. *Berthollet* rieth sie abzudampfen und die feste Masse zu calciniren. Aber, wo hätte ein Bleicher Geräthschaften, Raum zu solchen Arbeiten? Folgendes Verfahren ist aber ausführbar. Man setzt zu diesen Laugen, welche Farbestoff, Extractivstoff enthalten, so lange

gebrannten Kalk hinzu, welcher jene Stoffe niederschlägt, bis eine abfiltrirte Probe mit Schwefelsäure neutralisirt keine Flocken niederschlägt. Die so wieder erhaltne Lauge ist allerdings schwächer, als die erste war, auch etwas gelb gefärbt, weshalb man sie zu den ersten Operationen mit starker vermischt verwenden muß; auch enthält sie Kalk aufgelöst.

3) Kaliumüberoxyd, *Peroxide de Potassium, Peroxide of Pot.*, wird erhalten, wenn man Kalium im Sauerstoffgas verbrennen läßt, auch durchs Schmelzen des Kalis bei einer hohen Hitze und freiem Zutritt der Luft wird es zum Theil erzeugt. Es ist eine pomeranzengelbe Materie, löst sich im Wasser unter Entweichen von Sauerstoffgas auf, indem es zum Kaliumoxyd zurückgebildet wird. Es besteht aus: 62,0 Kal. und 38,0 Sauerst.

Wasserstoffkalium, *Hydruure de Pottassium, Hydruretted P.* Das Kalium verschluckt in der Wärme Wasserstoffgas, wird zu einem rauhen, glanzlosen Pulver, welches sich an der Luft und auf Wasser entzündet, und dabei mehr Wasserstoffgas entbindet, als reines Kalium. Nach Davy giebt es auch eine gasförmige Verbindung beider, Kaliumwasserstoffgas, *Gas hydrogène potassié, potassiuretted hydrogen*, welches sich bei Bereitung des Kaliums bildet (siehe oben). Es entzündet sich von selbst an der Luft wenn es warm ist, brennt mit blaßgelber Flamme, setzt beim Erkalten Kalium ab, und möchte überhaupt mehr ein Gemeng, als eine chemische Verbindung sein. — Kohlenstoffkalium, *Carbure de Potassium, Carburet of P.*, wird durch Calcination des schwarzen Flusses mit Kohlenpulver in eiserne Gefäßen erhalten (siehe oben beim Kalium.) Eine schwarze, öhlige Masse, schwerer als Wasser, entbindet mit letzterm in Berührung Kohlenwasserstoffgas, giebt durch Destillation das Kalium ab.]

Schwefelkalium, *Sulfure de Potassium, Sulphuret of P.* Es giebt 7 verschiedene Verbindungen des Schwefels mit Kalium, von denen diejenige, welche die geringste Schwefelmenge enthält, zinnoberroth, fleischfarben aussieht, in Wasser und Weingeist löslich ist, und durch Zersetzung des schwefelsauren Kalis mittelst Kohlenpulver in der Hitze erhalten wird.

Dieses Schwefelkalium löst Schwefelarsenik, Schwefelantimon auf, verbindet sich mit Schwefelwasserstoff zu dem sogenannten hydrothionsauren Kali, *Hydrosulfate de Potasse, Hydrosulphuret of P.*, welches man jetzt als aus Schwefelkalium + Schwefelwasserstoff gebildet betrachtet. Man bereitet es durch unmittelbare Vereinigung von Schwefelwasserstoffgas mit Kalilauge. Es krystallisirt in farblosen Säulen, schmeckt scharf, alkalisch, bitter, zieht sowohl Wasser als auch Sauerstoff an, und wird in Kali, Wasser und höher geschwefeltes Schwefelkalium verwandelt. Bringt man dieses Salz, oder das vorher genannte Schwefelkalium, ins Wasser und eine Säure dazu, so wird Schwefel-

304 Schwefelleber, Darstellung u. Eigenschaften derselben.

wasserstoffgas entbunden, und die Säure giebt mit dem entstandenen Kali ein Salz.]

Wenn man das zweifach schwefelsaure Kali mit Kohle reducirt, erhält man ein zweites Schwefelkalium, welches doppelt so viel Schwefel enthält als ersteres, und orangefarben aussieht. Wird dasselbe in Wasser gelöst, durch eine hinzugefügte Säure zersetzt, so fällt Schwefel nieder (Schwefelmilch), und Schwefelwasserstoffgas wird entbunden.

Die dritte Verbindungsstufe des Schwefels mit Kalium erhält man durchs Zusammenschmelzen von 100 Theilen kohlen. Kali mit 58 Theilen Schwefel; man nennt das Product dieser Darstellung Schwefelleber, *Foie de Soufre alcalin*, *Liver of Sulphur*, (unrichtig Schwefelkali, *Sulfure de Potasse*, *Sulphuret of P.*) Man mengt vor dem Schmelzen beide Materien wohl unter einander, und bringt sie in einen bedeckten Schmelztiegel oder eisernen Topf allmählig zum Schmelzen. Wenn keine Gasentwicklung mehr stattfindet, und die Masse durchweg dunkelbraun aussieht, wird sie ausgegossen, und nach dem Erkalten schnell in luftdicht zu verschließenden Gefäßen aufbewahrt. Hier findet folgende Zersetzung statt: $\frac{1}{10}$ des angewendeten Schwefels verbindet sich mit dem Sauerstoff von $\frac{1}{4}$ Kali zu Schwefelsäure, welche mit dem übrigen $\frac{1}{4}$ unzersetzten Kali schwefels. Kali bildet; die Kohlensäure entweicht. Das aus $\frac{3}{4}$ Kali frei gewordne Kalium verbindet sich mit $\frac{9}{10}$ des angewendeten Schwefels zu Schwefelkalium, welches, mit dem schwefels. Kali vermischt, die Schwefelleber darstellt. Hat man weniger als 58 Theile Schwefel angewendet, so bleibt noch etwas unverändertes kohlen. Kali in der Mischung.

Die Schwefelleber ist eine in der Hitze leberbraune, nach dem Erkalten grünlich-gelbe Masse, fest, von muschligem Bruch, frisch bereitet fast geruchlos, zieht aber sehr schnell und mächtig Wasser an der Luft an, wird feucht und stinkt in Folge einer eingetretenen Zersetzung des Schwefelkaliums und des Wassers unter Vermittelung der Kohlensäure der Luft, indem Schwefelwasserstoffgas sich entbindet. Sie zieht auch Sauerstoffgas an, und dadurch verwandelt sich das Kalium in Kali und der Schwefel in unterschweflige Säure, welche endlich selbst zur schwefligen und Schwefelsäure oxydirt wird. Die Schwefelleber schmeckt bitter, scharf, alkalisch, nach faulen Eiern, löst sich leicht in Wasser zu einer grüngelben Flüssigkeit auf, aus welcher Säuren, unter Entbindung von Schwefelwasserstoffgas, Schwefel niederschlagen. Sie besteht aus: 68,73 Schwefelkalium und 31,27 schwefels. Kali; ersteres enthält in 100 Theilen: 44,81 Kalium und 55,19 Schwefel — Man bedient sich der Schwefelleber zur Bereitung des Schwei-

niederschlags. in der Medicin zur Scheidung des Arsens von Nickel als endometrisches Mittel (vergl. vorn Seite 231).

[Die höchste Verbindungsstufe des Schwefels mit Kalium wird entweder dadurch erhalten, daß man Schwefelpulver in heißer Kalilauge auflöst, so viel sich nur lösen will, oder daß man gleiche Gewichtstheile kohlen. Kali und Schwefelpulver zusammenschmilzt. Im ersten Fall entsteht, indem $\frac{2}{3}$ Kali den Sauerstoff an $\frac{1}{3}$ Schwefel abtreten, unterschweflige Säure, welche sich mit dem unzerlegten $\frac{1}{3}$ Kali verbindet; das aus dem zersetzten Kali freigewordene Kalium verbindet sich mit $\frac{1}{3}$ Schwefel zum höchsten Schwefelkalium. Schmilzt man obige Mengen zusammen, so vereint sich $\frac{1}{6}$ Schwefel mit dem Sauerstoff von $\frac{1}{3}$ Kali zu Schwefelsäure, die mit dem übrigen $\frac{1}{3}$ Kali sich verbindet, und das Kalium mit $\frac{1}{6}$ Schwefel. Diese Art Schwefelleber besitzt eine dunkelbraune Farbe, verhält sich im Allgemeinen wie die vorige, nur enthält dieses Schwefelkalium $\frac{2}{3}$ mehr Schwefel als voriges.

Selenkalium, *Sélénure de Potassium*, *Seleniuret of P.*; unter Lichterscheinung erfolgt die Vereinigung beider Stoffe zu einer stahlgrünen, krystallinischen Substanz. — Phosphorkalium, *Phosphure de Potassium*, *Phosphuret of P.* Die Vereinigung beider geschieht unter Lichtentwicklung; die Masse hat eine chocoladenbraune Farbe, zersetzt das Wasser wie die vorige.]

Chlorkalium, *Chlorure de Potassium*, *Chloride of P.*, salzsaures Kali, *Hydrochlorate*, *Muriate de Potasse*, *H. or M. of P.*, Digestivsalz, kommt in der Natur sowohl im Steinsalz, den Salzseen, dem Seewasser, als auch in vegetabilischen und animalischen Körpern vor. Man gewinnt es bei mehreren technisch-chemischen Prozessen als Product, als: auf Salinen aus der Mutterlauge, in chemischen Fabriken, welche chlorsaures Kali darstellen, beim Salpetersieden, wo es abgeschieden wird, beim Seifensieden, wo es in der Unterlauge aufgelöst bleibt.

Es krystallisirt in Würfeln, schmeckt bitterlich, salzig, specif. Gewicht 1,826, ist luftbeständig, löst sich in $3\frac{1}{2}$ Th. Wasser von 0°, und weniger als gleichen Theilen heißen Wasser auf, erregt beim Auflösen in Wasser größere Abkühlung als Kochsalz, löst sich auch in Weingeist auf, verknistert im Feuer und verflüchtigt sich in großer Hitze, besteht aus: 53,0 Kalium und 47,0 Chlor, (nach der ältern Ansicht aus 63,26 Kali und 36,74 Salzs.)

Man bereitet aus der Unterlauge der Seifensieder, welche nach dem Aussalzen der Seife unter der letztern steht, und Chlorkalium, Chlornatrium, etwas Kali und einige andere fremde Kalisalze, unter andern ölsaures Kali, Oelsüß enthält, durchs Abdampfen zur Trockne in ei-

sernen Kesseln eine Salzmasse, welche Seifensiederflufs oder Flufs genannt wird. Dieses Product sieht braunschwarz aus, von den verkohlten vegetabilischen Stoffen, zieht Wasser an, weil es etwas kohlen. Kali enthält, welches durchs Zerstören des ölsauren Kalis, des Oelsüfs entstanden ist, stinkt, wird in Glashütten und Alaunsiederereien angewendet.

Das reine Chlorkalium gebraucht man theils zu Frostmischungen, theils zur Bereitung des künstlichen Eises, (1 Theil Chlorkalium in 4 Th. Wasser gelöst bringt eine Temperaturerniedrigung von $11,4^{\circ}$ hervor, Chlornatrium dagegen nur von $1,9^{\circ}$), auch hat man daraus kohlen. Kali darstellen wollen. (Ueber die Prüfung des Seifensiederflusses auf den Gehalt an Chlorkalium und Chlornatrium siehe bei letzterm).

[Jodkalium, *Jodure de Potassium, Jodide of P.*, hydriodsaures Kali, *Hydriodate de Potasse, H. of P.*, erhält man durchs Auflösen von Jod in Kalilauge, bis das Kali neutralisirt ist; hiedurch erzeugt sich, indem $\frac{1}{2}$ Kali Sauerstoff an $\frac{1}{2}$ Jod abtreten, Jodsäure, welche mit $\frac{1}{2}$ Kali, welches unzerlegt geblieben, sich zu jodsauren Kali verbindet, während $\frac{1}{2}$ Jod mit dem Kalium sich zu Jodkalium vereinigen. Die Flüssigkeit, in welcher beiderlei Producte aufgelöst sind, wird abgedampft, die trockne Salzmasse geglüht, wodurch das jodsaure Kali unter Entbindung von Sauerstoffgas zu Jodkalium umgewandelt wird. Nach dem Glühen löst man die Masse in Wasser auf und läßt krystallisiren.

Es bildet farblose, durchsichtige Würfel, Oktaëder, Dodekaëder, wird feucht an der Luft, löst sich in $\frac{1}{2}$ kalten Wasser auf, in 6 Theilen Weingeist, schmeckt salzig, scharf, bitterlich, schmilzt in der Hitze und kann verflüchtigt werden, besteht aus 23,69 Kalium und 76,31 Jod, (nach der ältern Ansicht aus: 27,05 Kali und 72,95 Hydriods.) Man bedient sich desselben zur Darstellung von Jodquecksilber und andern Jodmetallen, in der Medicin.

Bromkalium, *Brômure de Potassium, Bromide of P.*, hydrobromsaures Kali, *Hydrobrômate de Potasse, H. of P.*, vermindert Brom und Kali erhalten, krystallisirt in farblosen Würfeln, schmeckt salzig, verknistert, schmilzt in der Hitze, löst sich in Wasser und Alkohol auf, besteht aus 34,24 Kalium und 65,76 Brom.

Cyankalium, *Cyanure de Potassium, Cyanide of P.*, blausaures Kali, *Hydrocyanate, Prussiate de Potasse, H. Pr. of P.*, erhält man entweder durch unmittelbare Verbindung von Kalium und Cygn unter Lichtentwicklung, oder dafs man reines Kali mit Blausäure neutralisirt, oder durchs Glühen von Cyaneisenkalium, wobei das Cyaneisen sich zersetzt, und Cyankalium unverändert übrig bleibt. Auch gewinnt man es durch Calcination von kohlen. Kali mit thierischen stickstoffhaltigen Materien, welche frei von Eisen und fremden Salzen sind. (Die Theorie des Prozesses siehe beim „Cyaneisenkalium.“)

1) bildet kleine farblose Körner, schmeckt alkalisch und zugleich bittern Mandeln, reagirt alkalisch. löst sich leicht in Wasser auf, Auflösung zertrümmert sich allmählig. rascher beim Erwärmen in koh-

Kali, blaus. und kohlens. Ammoniak; es besteht aus: 32,34 an. 35,35 Cyan und 12,05 Wasser, nach der ältern Ansicht aus: 5 Kali, 3,95 Blaus.) Es bildet den einen Bestandteil im Cyan-

schwefelcyankalium, *Sulfocyanure de Potassium*, *Sulfocyan- of P.*, schwefelblausaures Kali, *Hydrocyanure de Po-*, *H. of P.* Man schmecht 3 Theile trocknes Cyaneisenkalium mit beil Schwefel, laugt aus, stellt die Auflösung an die Luft, und fällt h Kali alles Eisen als Oxyd, filtrirt, dampft ein, und löst die se in heissem Weingeist auf, aus welchem sie in farblosen Säulen hieft, welche kühlend salzig schmecken, an der Luft zerfließen, in Wasser und heissem Weingeist leicht auflösen, in der Wärme setzen, und aus 36,70 Kalium, 34,86 Schwefelcyan und 8,44 Was- bestehen. Färbt Eisenoxydsalze blutroth. — Fluorkalium, *ure de Potassium*, *Fluoride of P.*, flusssaures Kali, *Hydro- te de Potasse*, *H. of P.*, durch Neutralisation des Kali durch Flus- , krystallisirt schwierig, zerfließt leicht an der Luft, schmeckt sal- scharf, alkalisch. reagirt auch also, löst sich leicht in Wasser auf besteht aus: 67,69 Kalium und 32,31 Fluor, (oder nach der ältern icht aus: 70,55 Kali und 29,45 Fluss.) — Fluorkalium + Flusssäure, res flusssaures Kali, krystallisirt in vierseitigen Tafeln, Würfeln, recht scharf, sauer.]

ohlensaures Kali, (basisch nach der ältern Nomenklatur, al nach der neuern), *Souscarbonate de Potasse*, *Subcarb. of*, Weinstein Salz, *Sol Tartari*, *Sel de Tartre*, *Salt of Tartar*, s Pflanzenlaugensalz), kommt nicht in der Natur vor. Man stellt verschiedene Art dar: 1) aus Weinstein, d. i. saurem weinstein- Kali. Der rohe Weinstein wird entweder für sich in einer Pa- e, die man etwas anfeuchtet, oder in einem eisernen Schmelztie- rkohlt, wobei die Weinsteinsäure zerstört wird, Kohle und Koh- re sich bildet, welche mit dem Kali sich vereint; oder man ver- ein Gemeng von 2 Theilen Weinstein und 1 Theil gereinigten Sal- in einem glühenden eisernen Tiegel, (irdne sind verwerflich, dadurch immer etwas kiesel saures Kali entsteht), wobei der Sm- der Salpetersäure sich mit dem Wasser- und Kohlenstoff der teinsäure verbindet, Wasser und Kohlensäure erzeugt werden, e letztere das Kali des Weinsteins und Salpeters neutralisirt. Salzmasse wird darauf mit destillirtem Wasser in blanken eiser- esseln gekocht, die Flüssigkeit durchgeseiht, und der Rückstand Auskochen mit Wasser völlig erschöpft. Sämmtliche Flüssigkei-

308 Kohlens. Kali. Aschengewinnung aus verschiedenen Pflanzen

ten werden dann in einem eisernen oder silberplattirten Kessel al dampft und zur staubigen Trockne gebracht.

2) Aus essigsaurem Kali durchs Calciniren und Auslaugen, wie eben erzählt; 3) aus doppelt kohlensaurem Kali durchs Glühen, hi entweicht die Hälfte der Kohlensäure. Dieses Verfahren liefert ein reines Product.

Das kohlensaure Kali ist eine weiße, feste Masse, zieht Wa aus der Luft an, wird schnell feucht, muß deshalb in luftdicht v schlossnen Gefäßen aufbewahrt werden, schmeckt und reagirt alkali löst sich leicht in Wasser auch in Weingeist etwas auf, krystallisirt. einer concentrirten Auflösung in rhombischen Oktaëdern, die 20,6 Wasser enthalten, schmilzt nicht ganz leicht; es besteht aus: 68,09 K und 31,91 Kohlens. Das zerflossene Salz nannte man sonst Weinstein *Huile de Tartre, Oil of Tartar*. Das reine kohlensaure Kali dient in d Chemie zur Präcipitation kohlensaurer Erden- und Metallsalze, z Aufschließen erdiger Fossilien, zur Bereitung des reinen Actzka u. a. m.

Zum technischen Gebrauch stellt man das kohlensaure Kali aus v schiednen Vegetabilien und Pflanzenstoffen dar, in welchen Kali Pflanzensäuren (Weinstein-, Aepfel-, Citronen- Gallertsäure) gebund enthalten ist. Man verbrennt nämlich das Holz verschiedner Bäume Kräuter zu Asche und laugt dann dieselbe mit Wasser aus, dunstet d Lauge zur Trockniß ein.

[Tabelle über die Aschengewinnung aus verschiedenen Vegetabilien, u den Gehalt der Aschen an in Wasser löslichen und unlöslichen Substanzen. Von Berthier. *)

Name der Vegetabilien.	Aschen- procente.	100 Theile Asche enthalte	
		an löslichen Salzen	an unlös- lichen.
Weißbuchenholz		18,9	81,1
» buchenkohle	0,0265	17,2	78,9
Rothbuchenkohle	0,0300	16,0	82,0
Eichenkohle	0,0330	15,5	84,5
Eichenholz	0,0250	12,0	88,0
Eichenrinde	0,0600	25,0	75,0
Lindenholz	0,0500	10,8	89,2
St. Lucienholz (Mahaleb)	0,0160	16,0	84,0
Hollunderholz	0,0164	31,5	68,5

*) D. p. I. Bd. 22. S. 150.

der Vegetabilien.	Aschen- procente.	100 Theile Asche enthalten:	
		an löslichen Salzen	an unlös- lichen.
oerbaum	0,0157	15,4	84,6
"		18,9	81,1
"	0,0160	15,0	85,0
"		25,0	75,0
olz		9,6	90,4
olz		7,5	92,5
"	0,0100	16,0	84,0
olz (Bohnenbaum)	0,0125	31,5	68,5
ile		14,6	85,4
"		18,8	81,2
"		25,7	74,3
"	0,0083	50,0	50,0
"	0,0124	13,6	86,4
"	0,0440	19,0	81,0
elkraut	0,0150	4,2	95,8
it		29,0	71,0
		12,3]

lichen Bestandtheile waren: kohlens., schwefels., salz.,
iesels. Kali. und Natronsalze; der unauflösl. Rückstand
ens., phosphors. Kalk, Kieselerde, Eisen- und Mangan-
Magnesia. Kali und Natron stammen aus den Gebirgs-
erstorben Granit, Basalt u. a. her, die phosphorsauren Salze
is, welcher aus abgestorbenen Pflanzen entstanden ist.

er die Aschengewinnung aus verschiednen Vegetabilien;
nach Karsten. *)

Kohle folgender Hölzer giebt von 100 Theilen:

Eichenholz	0,15Asche	von jungem Fichtenh.	0,15Asche	.
"	0,11 "	" altem "	0,15 "	
lothbuchenh.	0,375 "	" jungem Tannenb.	0,225 "	
"	0,40 "	" altem "	0,250 "	
Weißbuchenh.	0,32 "	" jungem Kiefernholz	0,120 "	
"	0,35 "	" altem "	0,150 "	
Ellernholz	0,35 "	" Lindenholz	0,40 "	
"	0,40 "	" Roggenstroh	0,30 "	
Birkenholz	0,25 "	" Farrenkrautstroh	2,75 "	
"	0,30 "	" Rohrstengeln	1,70 "]

Die Asche wird entweder in den Feuerungen, wo Holz verbrannt worden, gesammelt, oder man verbrennt in Wäldern das Holz, die Zweige, Blätter, Rinde der Pottasche liefernden Pflanzen in eigens dazu gemachten Gruben, oder Öfen zu Asche, und zwar möglichst vollkommen, so daß keine Kohlen oder halb verbrannte Holzhölzer bleiben. Die erhaltne Asche brachte man früher in den Handel, indem man dieselbe mit Wasser (oder Aschenlauge und einem Zusatz von Kalk) zu einem Teig knetete, trocknete, und einer Glühung in Öfen unterwarf, wodurch es eine feste Masse wurde. (Russische Asche, *Solodrik*, Preussische, Polnische, Danziger Blaukrone, Blauheck, Weißasche, Kaschubasche, *cassendes*, *casottes*, [mit Aschenlauge und Kalk bereitet], Schwedische, Pommersche Asche. Die Asche von verschiedenen Arten Nadelbäumen in Nordamerika (*Larix laricina*) ist sehr rein, liefert sehr gute Pottasche).

Soll nun aus der Asche die Pottasche gezogen werden, was in den Pottaschesiedereien geschieht, so wird also verfahren. Man wählt besonders die Asche der festen Hölzer aus, welche mehr Pottasche liefern, als die weichen, bringt dieselbe in Laugefässer mit doppelten Boden, über dem durchlöcherten obern Stroh ausgebreitet ist, feuchtet dieselbe an und stampft sie fest ein. Darauf laugt man anfangs mit kaltem, dann mit heißem Wasser aus, bis alle salzigen Bestandtheile ausgezogen sind, und die Asche erschöpft ist. Dieß läßt sich mit Ersparnis an Zeit am vortheilhaftesten so anstellen, daß die Laugefässer terrassenartig über einander stehen, so daß man die schwache Lauge des obern auf ein unteres Fäß zapft, bis die Lauge gehörig concentrirt und siedewürdig geworden ist. Die Lauge muß dann wenigstens 20% Pottasche nach dem Aräometer enthalten. Darauf bringt man die siedewürdige Lauge in eiserne Vorwärm- und Siedepfannen und dampft ab, während neue Lauge aus einem Behälter hinzugelassen wird. Ist die sämmtliche Flüssigkeit von Syrupedicke, so läßt man keine Lauge mehr zu, sondern dampft bis zur Trocknis ab, das Product heißt rohe Pottasche, (Pottaschenfluß, Ochras), *Sol black salt*. Es ist eine braune Salzmasse, zerfließt an der Luft, enthält noch unverbrannte vegetabilische Bestandtheile, die durchs Auslaugen aus der Asche sich aufgelöst hatten. Man bringt diese rohe Pottasche nicht häufig in den Handel, für Glashütten und Salpetersiedereien meist wird sie calcinirt und als (calcinirte) Pottasche verkauft. Die ausgelaugte Asche, *charrée*, *cendres lessivées*, dient als Dünger für düngenden Boden, feuchte Wiesen, und wird auch an die Glashütten zur Darstellung des grünen und schwarzen Glases verkauft.

Das Calciniren geschah ehemals in eisernen Töpfen, Potten, wozu der Name Pottasche, jetzt aber in eignen Calciniröfen (Flammöfen)

deren Heerd 10 bis 12 Fuß lang, und 4 bis 5 Fuß breit ist; am einen Ende ist eine Rostfenerung, am andern der Rauchfang, an der Seite ist unter dem Gewölbe eine Oeffnung zum Einbringen der rohen Pottasche, mit Schieber zu verschliessen, eine andere am Schornstein, um die calcinirte Masse aus dem Ofen zu nehmen; vergl. Taf. V. Fig. 9. Die Masse der rohen Pottasche, welche auf einmal eingesetzt wird, beträgt bei jenen Dimensionen 4 bis 500 Pfund; das Feuer wird allmählig verstärkt, die Masse mit eisernen Haken durchgearbeitet, bis keine kohligen Ueberbleibsel mehr zu bemerken sind, und das Ganze in Dickfluß gekommen ist. Durchs Calciniren verliert die Masse 20 bis 25% am Gewicht, es entweicht Wasser, die unverbrannten Pflanzenstoffe werden verbrannt, und etwas Kohlensäure ausgetrieben, wodurch ein kleiner Theil Kali ätzend wird; die Metalloxyde, welche in der rohen Pottasche als kohlensaure Salze vorhanden waren, oxydiren sich zu höhern Oxyden und färben die Masse. Ist die Hitze zu groß, so wird selbst etwas Kali verflüchtigt.

Die Pottasche, *Potasse*, *Potash*, ist eine feste Masse, theils von weißer Farbe, ein wenig bläulich, *Perlasche*, *Perlasse*, *Perl-ash*, theils mit bläulichen und grünlichen Flecken, von Manganoxyd herrührend, (Danziger Pottasche, Russische P.) theils röthlich, von Eisen oxyd und einem geringen Antheil Schwefelkalium, wie die Nordamerikanische Pottasche. Sie muß trocken, in größern Stücken, in gut gebundenen Fässern verpackt sein. Die Farbe ist kein sicheres Kennzeichen der Güte und Brauchbarkeit einer Pottasche, denn dieselbe ist theils zufällig von der Oertlichkeit, dem Klima, dem Boden, auf welchem die Hölzer wuchsen, abhängig, theils von dem Verfahren, ob stärker oder schwächer calcinirt wurde, theils wird auch künstlich, für unerfahrene Käufer, eine Färbung bedingt. Die Güte einer Pottasche, so wie die der Asche, liegt in dem Gehalt an Kali- (und Natron-)salzen; je nachdem sie zu dem einen, oder dem andern Zweck angewendet werden soll, kommt es theils mehr auf das kohlensaure Kali allein, wie bei der Anwendung zum Seifesieden, Bleichen, Färben, oder überhaupt auf den Gesamtgehalt an Kali- und Natronsalzen an, wie bei der Glasfabrikation. (Hiervon weiter unten das Ausführlichere.)

Nicht alle Pflanzen liefern gleichviel Pottasche. Im Allgemeinen geben die krautartigen Pflanzen mehr als Sträucher, diese mehr als Bäume, Zweige, Blätter mehr als Stammholz. Auch kommt es auf das Alter der Bäume an, ob sie abgestorben, oder in voller Kraft, auf den Boden, ob sie auf feuchtem, sumpfigem, oder trockenem gewachsen, ob das Holz lange im Wald der Witterung blosgestellt gelegen, vermodert, oder frisch geschlagen und lufttrocken, denn im ersten Fall sind die kalireichen Theile, die Pflanzensalze mit dem Extractivstoff, Gerbstoff

etc. ausgezogen. Folgende Tabelle zeigt die Ausbente an Pottasche aus verschiedenen Pflanzen als Durchschnittsertrag, nach den Versuchen *Vauquelin*, *Pertuis*, *Kirwan* und *Saussure*.

Von Tausend Theilen	Pottaschen- ertrag.	Von Tausend Theilen	Pottas- che
Fichtenholz	0,45	Farnkraut	6,
Pappelholz	0,75	Große Binse	7,
Buchenholz	1,45	Maisstengel	17,
Buchsbaumholz	2,26	Kuhdistel	19,
Eichenholz	2,53	Bohnenstengel	20,
Weidenholz	2,85	Sonnenblumenstengel	20,
Rüsterholz	3,90	Nesselkraut	25,
Weizenstroh	3,90	Wickenkraut	27,
Rinde von Eichenästen	4,20	Disteln	35,
Kleine Binse	5,08	Trockne Weizenstengel	
Weinreben	5,50	vor der Blüthe	47,
Gerstenstroh	5,80	Wermuthkraut	73,
Trockne Buchenrinde	6,0	Erdrauchkraut	79,

Auch Tabakstengel, Kartoffelkraut, Ginster, Heidekraut, Pfefferkraut liefern Pottasche. *Mollerat* beobachtete, daß das Kartoffelkraut unmittelbar vor der Blüthe weit mehr, als unmittelbar nachher Pottasche liefert. Man verfertigt in der Bourgogne aus Hefen und Weinkämmen eine Art Pottasche, welche Weinbrenn-Asche, Drusen-Asche, *Cendres gravelées*, genannt wird. Hefen werden durchs Absetzen gewonnen, in Brode (*pains*) verwandelt, und dann an der Luft und Sonne getrocknet, calcinirt. Diese Art Pottasche ist eine leichte, poröse, graulich-weiße Masse, mit kleinen roten und blauen Flecken; die beste Sorte enthält nach *Chaptal* 100 Theile unlösliche Bestandtheile; dagegen ist die Asche, welche man aus Weintrestern darstellt, Waidasche, viel weniger rein. Sie wird auch in den Rheingegenden bereitet.

Welche Stoffe sind nun in der Pottasche enthalten? Kohlenstoff, schwefels., salzs., phosphors., kiesel. Kali, schwefel- und salz. Natrium, Kieselerde, kiesel. Kalkerde, Eisen- und Manganoxyd; einige, wie amerikanische Pottaschen, enthalten Schwefelkalium. Nicht in jeder Sorte Pottasche ist ein gleiches Mengenverhältniß dieser genannten Stoffe; auch dürften vielleicht nicht in jeder alle jene Substanzen zuvorkommen.

on manuf. of Potash in America.

Vide Artist's Manual.

" Green's Op. Chemist. Americ. Edition

" - Emporium by Cooper & Coxe.

[Vauquelin hat hierüber vor 36 Jahren Versuche angestellt, und folgende Resultate, die einen sehr relativen Werth haben, erhalten. Es enthalten nämlich 1152 Theile:

Pottaschesorten.	Kali.	Schwefels. Kali.	Salzs. Kali.	Unlös. Rückst.	Kohlens. u. Wasser.
Russische	772	65	5	56	254
Amerikanische	857	154	20	2	119
Perlasche	754	80	4	6	308
Triersche	720	165	44	24	199
Danziger	603	152	14	79	304
a. d. Voghesen	444	148	16 ^{*)}	34	510]

Prüfung der Pottasche und Asche auf den Gehalt an kohlen saurem Kali. Die Prüfung kann eine zweifache sein, einmal auf den absoluten Gehalt an kohlen sauren oder reinen Kali gerichtet, oder eine vergleichende über die respectiven Mengen an Kali in verschiedenen Sorten. Zu dem letztern Zweck dient das *Descroizilles'sche*^{*)} Alkalimeter, ein Glas cylinder, 8 bis 9 Zoll hoch, 7 bis 8 Linien weit, oben mit einem umgebognen Rand und Ausgufs versehen, siehe Taf. I. Fig. 23. Vom Boden auf ist das Glas in 100 gleiche Raumentheile, oder Grade, eingetheilt, von denen ein jeder gleich $\frac{1}{1000}$ Liter, oder gleich dem Raum eines $\frac{1}{2}$ Gramme Wasser; die Zahl der Grade ist von oben nach unten steigend. Man füllt den Cylinder mit verdünnter Schwefelsäure, aus 1 Th. conc. Säure und 9 Th. Wasser bereitet, bis an den 0 Strich, so daß 100 Volum verdünnter Säure darin sind, nimmt von der zu prüfenden Pottasche verschiedne Stückchen, zerreibt sie in einem Porzellammörser, und wiegt 5 Gramme ab, löst diese in heißem destillirten Wasser auf, filtrirt, stüßt den Rückstand auf dem Filter sehr sorgfältig aus, und rührt mit einem Glasstäbchen die Flüssigkeit wohl um. Darauf setzt man aus dem Cylinder allmählig von der Probesäure (*liqueur d'épreuve*) hinzu, zuletzt, wenn das Aufbrausen sehr schwach wird, tropfenweis, bis die Neutralisation erfolgt ist. Die zur Neutralisation verbrauchte Menge Probesäure findet man durch Besichtigung des Standes der Flüssigkeit im Cylinder, und man rechnet $\frac{1}{2}$ Grad weniger, um sicher zu gehen. Will man Asche prüfen, so wiegt man 10 Gramme ab, kocht sie mit destillirtem Wasser einigemal aus, so lange, bis das Wasser nicht mehr schmeckt, und verfährt wie oben, nimmt aber von

^{*)} Es ist in allen Angaben statt 16 gewöhnlich 304 gesetzt, was offenbar ein Druckfehler ist.

^{**) D. t. Tom. I. p. 255. „Alkalimètre.“ *Webers* Zeitbl. Bd. I. S. 179.}

der erforderlichen Anzahl Säuregrade nur die Hälfte als entsprechende Zahl an, da man die doppelte Menge Asche nahm.

Descroizilles, Darcet, Blachette haben mittelst dieses Alkalimeters folgende Sorten Pottasche geprüft und beistehende Resultate erhalten.

Amerikanische Perlasche 1. Sorte.....	60	bis	63°
» ätzende Pottasche 1. S....	60	»	63°
in röthlichen Stücken			
» Perlasche 2. S.....	50	»	55°
» ätzende Pottasche 2. S...	50	»	55°
in grau-weißen Stücken			
weiße Russische Pottasche.....	52	»	58°
» Danziger ».....	45	»	52°
blaue » ».....	45	»	52°
Asche von frischem Holz.....	8½°		
» » Floßholz.....	4½°		
Kassubasche.....	18	»	20°.

Es ist klar, daß statt der Eintheilung nach Tausendtheil Liter und französischem Gewicht eine jede beliebige Raumeintheilung in 100 gleiche Volumtheile gewählt werden kann, wenn sie nur zu der Gewichtsmenge der Pottasche in einem passenden Verhältniß steht. Da aber dieses Instrument immer nur den relativen Gehalt, nicht den absoluten angiebt, und dieser erst aus den erstern Angaben durch Rechnung gefunden werden kann, so ist ein Verfahren sehr zweckmäßig, durch welches man sogleich, ohne größere Schwierigkeit, auch den absoluten Gehalt finden kann. Es ist nämlich erfahrungsmäßig, daß 100 Gewichtstheile conc. Schwefelsäure 96,14 reines wasserleeres Kali neutralisiren, oder 100 Theile Kali 104 Th. conc. Schwefelsäure. Wenn man nun 100 Gran Pottasche abwägt, auflöst und 104 Gran conc. Schwefelsäure mit so viel Wasser verdünnt, daß ein Cylinder, der in 100 gleiche Volumtheile, Grade, getheilt ist, davon gefüllt wird, (es ist nöthig, daß die Verdünnung wenigstens mit 8 bis 9 Theilen Wasser geschehe) und aus diesem in die Pottaschenauflösung schüttet, so findet man aus der Menge der verbrauchten Schwefelsäure in Graden die Gewichtsprocente des reinen Kalis in der Pottasche, und aus der angefügten Tabelle die Procente an Kalihydrat, kohlens. Kali. Es wären z. B. 60 Grad jener Probesäure erforderlich gewesen, so enthalten 100 Gran Pottasche 60 Gran reines Kali, denn wenn 100 Gran reines Kali 104 Gran conc. Schwefels., = 100 Grad Probesäure, zur Neutralisation nöthig haben, 100 Gran Pottasche aber nur 60 Grad = 0,60 von obiger Menge Schwefelsäure, so müssen nothwendig in 100 Gran Pottasche

nur 0,60 der Kalimenge enthalten sein, welche 104 Gran Schwefels. neutralisirte.

[Zum Behuf einer solchen Prüfung kann das *Descroizilles'sche* Instrument ebenfalls gebraucht werden, man bereitet nur die Säure so, daß 104 Th. conc. Schwefels. mit der genugsamen Menge destillirten Wasser verdünnt werden, um den Cylinder bis zu 100 Grad zu füllen; man kann sich dann solche Probesäure im Voraus verfertigen und für vorkommende Fälle sorgfältig aufbewahren.

(Es ist einleuchtend, daß man auf einem entgegengesetzten Weg den Säuregehalt einer sauren Flüssigkeit bestimmen kann, und zum Theil genauer, als durch Aräometer, auf deren Angaben heterogene Beimengungen nothwendig Einfluß haben müssen.)

Neuerdings hat *Gay-Lussac* *) ein Verfahren bekannt gemacht, Pottasche, und andere Kalisalze auf ihren Kaligehalt zu prüfen, welches ein schärferes Resultat, als das von *Descroizilles* angegebne, gewährt, aber auch weit umständlicher ist, und für ungeübte, oder wenig geübte Hände viel zu complicirt. — Zur Prüfung des Kaligehalts im schwefels. Kali dient folgende Verfahrensweise. Man verfertigt eine solche Auflösung von Chlorbarytium in destillirtem Wasser, daß sie durch ein gleich großes Volum Probesäure (1 : 10 Wasser) vollkommen zersetzt wird. Zu dem Ende löst man 248,435 Gramme trocknes krystallisirtes Chlorbarytium in 1 Liter Wasser auf, specif. Gewicht der Auflösung bei 15° 1,1812. Wiegt man nun 48,07 Gr. Pottasche ab, löst sie in $\frac{1}{2}$ Liter Wasser auf, nimmt davon $\frac{1}{10}$ (= 50 Kubikcentimeter) mittelst eines graduirten Saugröhrchens, Fig. 22 Tafel I., heraus, setzt chemisch reine Salz- oder Salpetersäure zu, um das kohlen. Kali zu neutralisiren, so daß selbst von der Säure vorwaltet, und fügt nun aus dem mit Chlorbarytiumauflösung angefüllten Maafsgläschen Fig. 24 Tafel I. so lange von der Auflösung hinzu, bis kein Niederschlag von schwefels. Baryt mehr erfolgt, so hat man aus der Zahl der verbrauchten Grade der Auflösung die Procente an Kali im schwefels. Kali.

Beigefügte Tabelle zeigt die Aequivalente des reinen Kalis, Kalihydrats, kohlen- und schwefels. Kalis und Chlorkaliums; nach derselben kann man leicht berechnen, wie viel kohlen- und schwefels. Kali in einer Pottasche enthalten sind, wenn man den absoluten Gehalt an Kali durch obige Operationen gefunden hat. Die kleinern Tabellen dienen zum bequemern Gebrauch in einzelnen Fällen. Was den Gehalt an Chlorkalium und Chlornatrium in der Pottasche betrifft, siehe unter „Chlornatrium“ das Nähere.

*) D. p. J. Bd. 32. S. 190.

Vergleichende Tabelle

über den relativen Gehalt des Kalihydrats, kohl-, schwefel- und salzsauren Kalis an reinen wasserleeren Kali.

Von Gay-Lussac.

Gewichtsmengen Kali.	Alkalimetrische Grade im Handel.	Kalihydrat.	Kohlensaures Kali.	Salzsaures Kali.	Schwefelsaures Kali.
1	1.04	1.19	1.47	1.58	1.85
2	2.08	2.38	2.93	3.16	3.70
3	3.12	3.58	4.40	4.74	5.55
4	4.16	4.76	5.87	6.32	7.40
5	5.20	5.95	7.33	7.90	9.25
6	6.24	7.14	8.80	9.49	11.10
7	7.28	8.33	10.27	11.07	12.95
8	8.32	9.52	11.73	12.65	14.80
9	9.36	10.72	13.20	14.23	16.65
10	10.40	11.91	14.67	15.81	18.50
11	11.44	13.10	16.13	17.39	20.35
12	12.48	14.29	17.60	18.97	22.19
13	13.52	15.48	19.07	20.55	24.04
14	14.56	16.67	20.53	22.13	25.89
15	15.60	17.86	22.00	23.71	27.74
16	16.64	19.05	23.47	25.29	29.59
17	17.68	20.24	24.93	26.87	31.44
18	18.72	21.43	26.40	28.46	33.29
19	19.76	22.62	27.87	30.04	35.14
20	20.80	23.81	29.33	31.62	36.99
21	21.84	25.00	30.80	33.20	38.84
22	22.88	26.19	32.27	34.78	40.69
23	23.92	27.38	33.73	36.36	42.54
24	24.96	28.57	35.20	37.94	44.39
25	26.00	29.76	36.67	39.52	46.24
26	27.04	30.96	38.13	41.10	48.09
27	28.08	32.15	39.60	42.68	49.94
28	29.12	33.34	41.07	44.26	51.79
29	30.16	34.53	42.53	45.84	53.64
30	31.20	35.72	44.00	47.43	55.49
31	32.24	36.91	45.47	49.01	57.34
32	33.28	38.10	46.94	50.59	59.19
33	34.32	39.29	48.40	52.17	61.04
34	35.37	40.48	49.87	53.75	62.89
35	36.41	41.67	51.34	55.33	64.73
36	37.45	42.86	52.80	56.91	66.58
37	38.49	44.05	54.27	58.49	68.43
38	39.53	45.24	55.74	60.07	70.28
39	40.57	46.43	57.20	61.65	72.13
40	41.61	47.62	58.67	63.23	73.98
41	42.65	48.81	60.14	64.81	75.83
42	43.69	50.00	61.60	66.40	77.68

to- m	Alkalimetri- sche Grade im Handel.	Kalihydrat.	Kohlen- saures Kali.	Salzsaures Kali.	Schwefel- saures Kali.
	44.73	51.80	63.07	67.98	72.53
	45.77	52.39	64.54	69.56	81.38
	46.81	53.58	66.00	71.14	83.23
	47.85	54.77	67.47	72.72	85.09
	48.89	55.96	68.94	74.30	86.95
	49.93	57.15	70.40	75.88	88.78
	50.97	58.34	71.87	77.46	90.63
	52.01	59.53	73.34	79.04	92.48
	53.05	60.72	74.80	80.62	94.33
	54.09	61.91	76.27	82.20	96.18
	55.13	63.10	77.74	83.78	98.03
	56.17	64.29	79.20	85.37	99.88
	57.21	65.48	80.67	86.95	
	58.25	66.67	82.14	88.53	
	59.29	67.86	83.60	90.11	
	60.33	69.05	85.07	91.69	
	61.37	70.25	86.54	93.27	
	62.41	71.44	88.00	94.85	
	63.45	72.63	89.47	96.43	
	64.49	73.82	90.94	98.01	
	65.53	75.01	92.40	99.59	
	66.57	76.20	93.87		
	67.61	77.39	95.34		
	68.65	78.58	96.80		
	69.69	79.77	98.27		
	70.73	80.96	99.74		
	71.77	82.15			
	72.81	83.34			
	73.85	84.53			
	74.89	85.72			
	75.93	86.91			
	76.97	88.10			
	78.01	89.29			
	79.05	90.49			
	80.09	91.68			
	81.13	92.87			
	82.17	94.06			
	83.21	95.25			
	84.25	96.44			
	85.29	97.63			
	86.33	98.82			
	87.37	100.01			

Alkalimetri- sche Grade.	Gewichts- menge Kali.	Kohlensaures Kali.	Salzsaures Kali.	Schwefelsaure Kali.
1	0.96	1.41	1.52	1.78
2	1.92	2.82	3.04	3.56
3	2.88	4.23	4.56	5.33
4	3.85	5.64	6.08	7.11
5	4.81	7.05	7.60	8.89
6	5.77	8.46	9.12	10.67
7	6.73	9.87	10.64	12.45
8	7.69	11.28	12.16	14.23
9	8.65	12.69	13.68	16.00
10	9.61	14.10	15.20	17.78

Kohlensaures Kali.	Salzsaures Kali.	Schwefelsaures Kali.	Gewichts- menge Kali.	Alkalimetri- sche Grade.
1	1.08	1.26	0.68	0.71
2	2.16	2.52	1.36	1.42
3	3.23	3.78	2.05	2.13
4	4.31	5.04	2.73	2.84
5	5.39	6.30	3.41	3.55
6	6.47	7.57	4.09	4.25
7	7.54	8.83	4.77	4.96
8	8.62	10.09	5.45	5.67
9	9.70	11.35	6.14	6.38
10	10.78	12.61	6.82	7.09

Salzsaures Kali.	Kohlensaures Kali.	Schwefelsaures Kali.	Gewichts- menge Kali.	Alkalimetri- sche Grade.
1	0.93	1.17	0.63	0.66
2	1.86	2.34	1.26	1.32
3	2.78	3.51	1.90	1.97
4	3.71	4.68	2.53	2.63
5	4.64	5.85	3.16	3.29
6	5.57	7.02	3.80	3.95
7	6.49	8.19	4.43	4.61
8	7.42	9.36	5.06	5.26
9	8.35	10.53	5.69	5.92
10	9.28	11.70	6.33	6.58

Schwefelsau- res Kali.	Kohlensaures Kali.	Salzsaures Kali.	Gewichts- menge Kali.	Alkalimetri- sche Grade.
1	0.79	0.85	0.54	0.56
2	1.59	1.71	1.08	1.12
3	2.38	2.56	1.62	1.69
4	3.17	3.42	2.16	2.25
5	3.97	4.27	2.70	2.81
6	4.76	5.13	3.24	3.37
7	5.55	5.98	3.78	3.94
8	6.34	6.84	4.33	4.50
9	7.14	7.69	4.87	5.06
10	7.93	8.55	5.40	5.62]

reinigung der Pottasche. Zu dem Ende übergießt man gute, mög-
wenig kiesels. Kali enthaltende Pottasche mit einem gleichen Gewicht
er, und läßt sie aufweichen; nach dem Absetzen des Bodensatzes
man die Flüssigkeit klar ab, den dicken Bodensatz vorsichtig durch
echtes leinenes Tuch, und dunstet in einem reinen eisernen Kessel
flösung ab, bis sie eine starke Salzhaut zeigt. Beim Erkalten schei-
ich salz- und schwefels. Kali ab; die Flüssigkeit wird wieder abgä-
t, bis sich dieselbe Erscheinung wiederholt, und keine weitere Spur
Salze sich abscheidet, sondern bloß kohlens. Kali. Die gereinigte
gkeit wird dann zur staubigen Trockne eingedampft und in luft-
n Gefäßen aufbewahrt. Es ist eine weiße Salzmasse, welche
einen Rückhalt an salz- und schwefels., kiesels. Kali enthält, sie
in der Glasmacherei, Medicin und zu andern Zwecken. Der
tand beim Auslaugen der Pottasche ist größtentheils schwefels.
welches durch kochendes Wasser ausgezogen werden kann.

anwendung der Pottasche. Dieselbe ist vielfach und der Verbrauch
iben, besonders in den nördlichen Ländern, in welchen die Soda
nicht so viel angewendet wird, als in den südlichen, ausnehmend

Zum Seifesieden, Bleichen, Färben, Glasmachen, Bereitung
lausauren Kalis, zur Darstellung von Farbewaaren, in der Kattun-
erei, Töpferei, Medicin etc. wird Pottasche verbraucht. Man be-
dieselbe aus Rußland, Preußen, Polen, Ungarn, Toskana, Nord-
ka u. a. Ländern, wo man das Holz nicht besser zu Gelde ma-
kann.

pelt kohlensaures Kali, *Bicarbonate de Potasse, B. of P.*,
ält man durchs Hinzuführen von Kohlensäure zum kohlens.
i. Man löst kohlens. Kali auf, leitet kohlens. Gas in die Auf-
ung, bis keine alkalische Reaction mehr obwaltet; hiebei schlägt sich
ielerdehydrat nieder, wenn in der Pottasche kiesels. Kali enthalten
. Die Flüssigkeit wird filtrirt, langsam verdunstet und krystallisirt.
s bildet geschoben vierseitige Tafeln (Rhombenoktaëder), schmeckt
wenig alkalisch, reagirt kaum etwas alkalisch, wird an der Luft
t feucht, löst sich in 4 Theilen kalten, in $\frac{2}{3}$ Theilen kochenden
asser, in 1200 Theilen kochenden Alkohol auf. Kocht man die
rige Auflösung, so entweicht $\frac{1}{4}$ der Kohlensäure und es bleibt an-
thalb kohlens. Kali zurück, *Pesquicarbonate de Potasse, P.*
P., welches abgedampft krystallisirt, an der Luft feucht wird, sich
Wasser, nicht in Weingeist, auflöst. Das doppelt kohlens. Kali
eht aus: 46,99 Kali, 44,01 Kohlens. und 8,97 Wasser. Man
ient sich desselben in der Medicin, auch zur Darstellung des reinen
lens. Kalis.

chwefligsaures Kali, *Sulfite de Potasse, S. of P.*, aus koh-

320 Schwefligs., schwefels., selenigs., phosphors., boraxs. Kali.

lens. Kali und schwefligsauren Gas bereitet, krystallisirt in langen Nadeln, Tafeln, verwittert an der Luft und zieht Sauerstoff an, wird zu schwefels. Kali, schmeckt schweflig bitter, löst sich in gleichen Theilen Wasser auf, und besteht aus: 59,52 Kali und 40,48 schwefliger S.]

Schwefelsaures Kali, *Sulfate de Potasse, S. of P.*, Doppelsalz, vitriolisirter Weinstein, Polychrestsalz, kommt im Steinsalz, in Salzsoolen, im Alaunstein, der Alaunerde, in Pflanzenstoffen vor. Man gewinnt schwefels. Kali als Nebenproduct auf Salinen, bei der Darstellung der Salpetersäure, der englischen Schwefelsäure, in beiden letztern Fällen ist das Salz aber im sauren Zustand, und muß erst neutralisirt werden. (Die Gewinnung desselben aus der Pottasche ist oben angegeben worden.)

Das schwefels. Kali krystallisirt in vier- und sechsseitigen Stäben, mit 6flächiger Endspitze, specif. Gewicht 2,63, schmeckt bitter, salzig, etwas scharf, ist luft- und feuerbeständig, löst sich in 12 Theilen Wasser von 0°, und 4 Th. kochendem auf, besteht aus: 54,07 Kali und 45,93 Schwefels. Man bedient sich desselben zur Darstellung des Alauns aus dem Alaunschiefer und A.erde, des Glases, des Salpeters, in der Medicin.

[Doppelt schwefelsaures Kali, *Bisulfate de Potasse, B. of P.*, wird nebst dem anderthalb schwefels. Kali bei der Scheidewasserbrennerei gewonnen; man stellt es aus 2 Theilen des neutralen Salzes und 1 Theil conc. Schwefelsäure dar. Es krystallisirt in seidenglänzenden schiefen rhombischen Säulen, schmeckt sauer, beißend, schmilzt leicht in der Wärme, löst sich in 2 Theilen kalten und $\frac{1}{2}$ Theil kochenden Wasser auf und besteht aus: 34,61 Kali, 58,80 Schwefels., 6,59 W. Man bedient sich desselben in der Chemie als Reagens, zur Darstellung des doppelten Schwefelkaliums.

Selenigsaures Kali, *Sélénite de Potasse, S. of P.*, bildet beim Abdampfen kleine Krystallkörner, welche in der Hitze schmelzen, sich in Wasser leicht, nicht in Alkohol auflösen, besteht aus: 45,93 Kali und 54,08 seleniger Säure. Das doppelt selenigs. Kali krystallisirt und wird ebenfalls leicht feucht. — Phosphorsaures Kali, *Phosphate de Potasse, Ph. of P.*, kommt im Pflanzenreich vor, daher auch in der Asche der Pflanzen, in der Pottasche; eine weiße Salzmasse, welche leicht feucht wird, und schwer krystallisirt, löst sich leicht in Wasser und Alkohol auf, schmilzt zu einer glasartigen Masse, besteht aus: 58,88 Kali und 43,12 Phosphors. Das saure krystallisirt in farblosen Säulen, welche gleichfalls zu einer glasartigen Masse schmelzen, enthält 34,55 K., 52,27 Phs. und 13,18 W. — Boraxsaures Kali, *Borate de Potasse, B. of P.*, krystallisirt in sechsseitigen Säulen, besteht aus: 40,35 Kali und 59,65 Boraxs.]

Chlorigsaures Kali, *Chlorite de Potasse, Chlorite of P.*, Chlorkali

kali, *Chlorure de Potasse*, *Chloride of P.*, oxydirt salzsaures Kali, *Muriate de Pot. origène*, *Oxymuriate of Pot.*, Javellische Lauge, Bleichwasser, Fleckwasser, *Eau de Javelle*, *Ley of Javelle*. Diese Verbindung wurde 1792 in Javelle bei Paris zuerst dargestellt, und zum Bleichen angewendet (siehe oben beim Chlor Seite 201). Um es darzustellen leitet man in eine verdünnte Auflösung von gereinigter Pottasche so lange Chlorgas, bis die alkalische Reaction derselben sich bedeutend vermindert hat, und die Flüssigkeit bleichend auf das gefärbte Papier wirkt, ohne die blaue Farbe vorher zu vermehren. Während dem scheidet sich Kieselerdehydrat und Chlorkalium ab, und doppelt kohlens. und chlorigs. Kali, welche sich gebildet haben, bleiben aufgelöst.

Erklärung des Prozesses. Die Hälfte des angewendeten kohlens. Kalis giebt ihre Kohlensäure an die andere Hälfte ab, wodurch diese zu doppelt kohlens. Kali wird. $\frac{1}{2}$ des von der Kohlensäure freien Kalis geben Sauerstoff an $\frac{1}{2}$ des gebunden werdenden Chlors ab, wodurch dieses zu chloriger Säure wird und sich mit dem unzersetzt gebliebenen $\frac{1}{2}$ Kali zu chlorigs. Kali verbindet, während die übrigen $\frac{1}{2}$ des Chlors sich mit dem freigewordenen Kalium zu Chlorkalium verbinden. Man kann auch mittelst chlorigs. Kalk und kohlens. oder schwefels. Kali chlorigs. Kali bereiten, wobei kohlens. oder schwefels. Kalk als Nebenproduct abfällt.

Die Flüssigkeit ist bläsigelblich, auch wohl rosenroth (von übergegangnen Chlormangan herrührend, welches in Mangansäure zersetzt wird, welche die rothe Farbe hervorbringt), riecht schwach nach chloriger Säure, nicht unangenehm, schmeckt eigenthümlich salzig, bleicht Pflanzenfarben, indem es Sauerstoff abtritt, und in Chlorkalium übergeht. Dampft man es im luftleeren Raum ein, so erhält man eine krystallinische Masse, deren Auflösung bleicht; dunstet man es an der Luft mittelst Wärme ab, so wird eine Zersetzung bedingt, Sauerstoffgas entweicht, Chlorkalium und etwas chlors. Kali bleiben zurück. Das chlorigs. Kali besteht aus: 44,27 Kali und 55,73 chloriger S. Man bediente sich früher, bevor der chlorigs. Kalk, das Bleichpulver, entdeckt war und im Großen Anwendung fand, des chlorigs. Kalis zum Bleichen der Kattune und der Leinwand, jetzt nur noch im Kleinen, um Obstflecke, Rostflecke aus Leinenzeug zu entfernen.

Chlorsaures Kali, *Chlorate de Potasse*, *Chl. of P.*, überoxydirt salzsaures Kali, *Muriate de Potasse surexigène*, *Oxymuriate of P.*, Knallsalz, wurde von Berthollet 1786 entdeckt. Man bereitet es folgendermaßen: man leitet in eine Auflösung von gereinigter Pottasche so lange Chlorgas, bis nichts mehr aufgenommen wird. Zu dem Ende

werden in einem Sandbadöfen die zur Entbindung nöthigen Glaskolben gestellt, oder irdne Entbindungsgeräthe in einen Kapellenofen eingesetzt; das Gas wird durch kleine Mittelflaschen mit 3 Hälzen, welche zu mit Wasser gefüllt sind, und zum Waschen des Gases dienen, hindurch geleitet und von hier aus in die geräumigen gläsernen Vorlagen, welche mit einer Pottaschenauflösung gefüllt sind; siehe Tafel II. Fig. 20. In den Mittelflaschen sind Sicherheitsröhren angebracht, um an dem Stand der Flüssigkeit in denselben zu sehen, ob der Gang des Prozesses regelmäßig ist, oder ob sich etwas verstopft hat. Zum Nachschütten von Schwefelsäure zur Chlor entbindenden Mischung dienen gekrümmte Trichter auf den Entbindungsgefäßen. Da während des Zersetzungs- und Bildungsvorgangs sich viel Chlorkalium in Salzkrusten abscheidet, und diese leicht die Gasröhren in den Vorlagen verstopfen, so hat man für diesen Fall weite Gasröhren zu wählen, welche aus der Mittelflasche nach der Vorlage leiten; auch bringt man Glasstäbe an, welche sich durch den Pfropf der Vorlage luftdicht bewegen lassen, am untern Ende hakenförmig umgebogen sind, und mit dem aufwärts gebognen Ende in die weiten Gasröhren hineinreichen; sie dienen zum Abstoßen der Salzkrusten. Andere rathen die Endigung der Gasleitungsröhre in einen weiten Trichter ausgehen zu lassen.

[Die zur Darstellung des Chlors nöthigen Mischungsverhältnisse sind bereits oben Seite 195 angegeben worden; die Pottasche wird vorläufig in wenig kaltem Wasser gelöst, das Klare abgegossen und so weit mit Wasser verdünnt, daß die Dichtigkeit der Lösung 30 bis 35° B. (1,28 bis 1,32) wird, je nach der Jahreszeit und Lufttemperatur. Einfacher als der vorhin erwähnte und abgebildete Apparat ist ein solcher, wie er zur Darstellung des flüssigen Chlorkalks angewendet wird, und auf derselben Tafel Fig. 19 dargestellt und beim Artikel „Chlor“ beschrieben ist; das bleierne Rohr kann in einen weiten Trichter enden, und durch die stete Bewegung des Rührers wird das Ansetzen großer Krusten vermieden. Für das sich entbindende kohlena. Gas wird eine Röhre angebracht werden müssen, welche aus dem großen Gefäß nach der freien Luft führt; auch bei dem erstern Apparat ist eine ähnliche Einrichtung nothwendig. Alle Fugen und Oeffnungen müssen mit Kitt gut verstrichen werden.]

Der Vorgang ist von vorn herein derselbe, wie beim chlorigs. Kali, es erzeugt sich dieses, so wie Chlorkalium und doppelt kohlena. Kali. Kieselerdehydrat fällt nieder. Wird aber ferner Chlorgas hineingeleitet, so zersetzt sich sowohl das chlorigs. als auch das doppelt kohlena. Kali, es erzeugt sich unter Austreiben aller Kohlensäure wieder Chlorkalium und chlors. Kali, indem $\frac{1}{2}$ des chlorigs. Kalis seinen Sauerstoff an $\frac{1}{2}$ der

chlorigen Säure abgiebt, wodurch diese in Chlorsäure übergeht, und ersteres zu Chlorkalium wird. — Sobald sich eine bedeutende Menge des letztern Salzes gebildet hat, (der Zeitpunkt, wo das Lackmuspapier sogleich gebleicht wird, ohne vorher dunkelblau gefärbt zu werden) kann man die Vorlagen wechseln, das Flüssige vom krystallisirten Bodensatz abgießen, und diesen mit Wasser abspülen, entfernen, worauf das Abwaschwasser zur Flüssigkeit gesetzt, und letztere wieder vorge schlagen wird. Meist ist das Salz von chlors. Kali frei, oder nur sehr wenig des letztern anhängend. Ist die Flüssigkeit mit Chlor gesättigt, nimmt sie kein Chlor mehr auf, so ist die Bildung des chlors. Kalis vollendet; man erkennt diesen Zeitpunkt auch daran, daß die anfänglich rothe Farbe der Flüssigkeit (von Mangansäure herrührend) verschwindet, und dafür eine gelbe Färbung sichtbar wird. Man trennt nun die Flüssigkeit vom salzigen Bodensatz, löst letztern in 3 Theilen kochenden Wasser auf und scheidet durchs Krystallisiren das chlors. Kali vom Chlorkalium; die Mutterlauge enthält dann meistens kein chlors. Kali mehr. Die abgegossene Flüssigkeit wird abgedampft und beim Erkalten schießen Krystalle von Chlorkalium, chlors. Kali, gemengt mit kohlens. Kali an, welche Salze durch erneuertes Auflösen, wie oben angegeben, und Umkrystallisiren getrennt werden. Von 100 Pfund Pottasche soll man 9 bis 10 Pfund chlors. Kali erhalten.

Das chlors. Kali erscheint in perlmutterglänzenden zarten Blättchen, (rhombischen Säulen) schmeckt kühlend, widrig, ist geruchlos, luftbeständig, specif. Gewicht 1,989, löst sich in 16 Theilen Wasser von 15°, und 8 Theilen von 35°, und 1½ Theilen kochendem auf; es schmilzt in der Hitze, verliert sein beigemengtes Wasser, bei vermehrter Hitze wird es zersetzt, entbindet Sauerstoffgas (siehe vorn Seite 75) und Chlorkalium bleibt übrig. Bei starkem Stoss leuchtet es, und sprüht unter Zersetzung Funken; mit brennbaren Körpern vermengt detonirt es beim heftigen Schlag, Stoss, unter Feuererscheinung. Wenn es z. B. mit Schwefelpulver in einem Mörser vorsichtig gemengt wird (es muß nur wenig auf einmal und ohne alles Drücken und Stossen gemengt werden, auch darf man ein solches Gemeng nicht aufbewahren, indem Fälle bekannt sind, wo es sich von selbst entzündete), und man thut von dem Gemeng einen halben Kaffeelöffel voll in Papier, dreht dieses zu einem runden Knopf und schlägt mit einem Hammer darauf, so erfolgt ein sehr starker Knall, wie von einem Büchschuss. Durch den Schlag wird nämlich der Schwefel (eben so auch Phosphor) die Chlorsäure zersetzen, es entsteht Schwefelsäure, welche mit dem Kali schwefels. Kali bildet, und Chlorgas wird entbunden, verursacht den heftigen Knall. Auch andere brennbare Substanzen verhalten sich analog, wie Zinnober,

Zucker, sie erfordern aber eine höhere Temperatur zur Zersetzung, weshalb man einen heißen Hammer anwenden muß. Meagt man chlors. Kali mit Kohlenpulver, Schwefelpulver, und zündet das Gemeng an, verbrennt es sehr rasch mit lebhaftem Feuer. Auch mittelst concentrirter Schwefelsäure können solche Gemenge entzündet werden, sie bedürfen gleichfalls Entmischung der Chlorsäure. — Das chlors. Kali besteht aus 38,5 Kali und 61,5 Chlora.

Man bedient sich des chlors. Kalis zu den chemischen Feuerzeugen zu Feuerwerken, zum Zündpulver u. a. m. Die chemischen Feuerzeuge, *briquets origénés*, *oxymuriatio matches*, deren Millionen verfertigt werden, sind im Allgemeinen so bekannt, als daß eine umständliche Beschreibung nöthig wäre. Die Schwefelhölzchen werden mit einem rothgefärbten Ueberzug versehen, welcher aus 30 Theilen chlors. Kali, 10 Th. Schwefelblumen, Traganthschleim, etwas Zinnober gemischt ist. Die Zündhölzer, *alumettes*, müssen scharf getrocknet, überhaupt an trocknen Orten aufbewahrt werden. In dem Zündbüchchen befindet sich etwas Amianth (Asbest) mit Vitriolöl befeuchtet; wird nun das Hölzchen mit der Spitze auf diesen angefeuchteten Amianth gedrückt, so erfolgt sogleich eine Zersetzung, es erzeugt sich schwefels. Kali, die Chlorsäure wird entmischt, Chlorgas entbunden, und der Schwefel brennt vermittelt des frei werdenden Sauerstoffs aus der Chlorsäure, wodurch schwefligsaures Gas erzeugt wird. Die Zündflüßchen müssen wohl verkorkt werden, weil, so wie die conc. Schwefelsäure Wasser angezogen hat, die Entzündung nicht mehr erfolgt.

Berthollet rieth zuerst chlors. Kali statt Salpeter beim Schießpulver anzuwenden; bei den Versuchen, welche 1788 zu Essone angestellt wurden, verloren, indem das Gemeng sich schon während des Zusammenschens entzündete, 2 Menschen ihr Leben. Ein solches Pulver ist allerdings von mächtiger Wirkung, aber zu gefährlich darzustellen, aufzubewahren und zu transportiren; man gab deshalb die Idee, das chlors. Kali statt des Salpeters (welcher auch weit wohlfeiler als ersteres ist) zum Schießpulver anzuwenden, auf, jedoch bediente man sich desselben zu Anfertigung von Zündpulver, Zündkraut, *amorce*, welches ohne Stein und Batterie auch in feuchtem, regnerischem Wetter durch den starken Schlag eines eigens dazu construirten Hahns mit einem Schlagstück explodirt. Man mischte 100 Theile chlors. Kali, 12 Schwefel, 10 Faulbaumholzkohle, auch 108 chlors. Kali, 42 Salpeter, 36 Schwefel, 11 Lycopodium, machte mittelst etwas Wasser daraus einen Teig, knetete denselben, oder formte kleine Kügelchen, welche man mit einer Harz- oder Wachsauflösung überzog, um sie vor Feuchtigkeit zu schützen; auch hat man solches Gemeng in Pulverform angewendet, welches höchst

gefährlich ist, da Fälle von Selbstentzündung vorgekommen sind. Später gab man den Gewehren die Einrichtung, daß sie statt einer Mündung an der Seite eine Zündröhre, pürten, erhielten, deren Bohrung nach der Pulverkammer führt: auf die Zündröhre setzte man ein kleines aus dünnem Blech gefertigtes Kupferhütchen, an dessen Boden eine kleine Menge jenes Zündkrauts im feuchten Zustand eingebracht worden war. Aber auch diese gab man bald auf, weil das freiverdende Chlorgas dem Eisen nachtheilig wirkte, Rost bedingte, die Schlagröhren, Zündlöcher ausbrannten, (wogegen man durchs Ausfüttern mit Gold und Platin sich schützen wollte); man wählte das weit sicherere und vorzüglichere Knallquecksilber, mit welchem man jetzt allgemein die Kupferhütchen füllt; (von demselben beim „Quecksilber“ das Weitere.)

[Schmidt über Knallpulver zum Zündkraut in S. n. J. Bd. 11. S. 66. — Albert, Pellisier und Gay-Lussac über Zündpulver in E. J. Bd. 7. S. 109.]

Bei Feuerwerken dient chlors. Kali zum raschen Abbrennen der Sätze, z. B. zum Rothfeuer für Theater, zu Brandraketen; auch kann man mittelst chlors. Kali und Salzsäure schnell Bleichwasser darstellen, indem durch den Wasserstoff der Salzsäure ein Antheil Sauerstoff des chlors. Kalis gebunden wird, wodurch Wasser und chlorigs. Kali erzeugt werden. Bei Pflanzenanalysen wird endlich dasselbe auch angewendet, um eine Oxydation des Kohlen- und Wasserstoffs zu bedingen.

[Jodsaures Kali, *Jodate de Potasse, J. of P.*, wird durch Auflösen von Jod in Kalilauge erhalten, und vom gleichzeitig erzeugten Jodkalium durch Krystallisation geschieden; (die Erklärung des Processes ist dieselbe, wie beim chlorsauren Kali). Es schießt in farblosen, durchsichtigen, 4seitigen Säulen an, schmilzt in der Hitze, entbindet Sauerstoffgas 22,59%, hinterläßt Jodkalium, löst sich in 13,45 Theilen Wasser von 14° auf, nicht in Alkohol; es detonirt gleichfalls, verlangt aber eine stärkere Erwärmung als chlors. Kali, besteht aus: 22,5 Kali und 77,5 Jods. — Doppelt jodsaures Kali, krystallisirt in rhombischen Säulen, löst sich in 75 Theilen Wasser von 15° auf; dreifach jods. K. in durchsichtigen Rhomben, in 25 Th. Wasser löslich.

Salpetrigsaures Kali, *Nitrite de Potasse, N. of P.*, erhält man durchs Glühen des salpeters. Kalis bis die Entwicklung von Sauerstoffgas abnimmt; die Salzmasse aufgelöst und abgedampft setzt zuerst unveränderten Salpeter ab, nachher erhält man eine zerfließliche Masse, welche in größerer Hitze nochmals Sauerstoffgas entbindet, und in Stickstoffoxydkali verwandelt wird, welches eine farblose, alkalisch schmeckende, zerfließende Substanz ist. Das salpetrigs. Kali besteht aus: 35,28 Kali und 64,72 salpetrig. S. (Deshalb

mufs beim Schmelzen des Salpeters Vorsicht angewandt werden, we sonst Verlust eintritt.)]

Salpetersaures Kali, *Nitrate de Potasse, N. of P., Salpeter, Nitre, Salpêtre, Saltpetre*, kommt in der Natur vor, wittert an Kalk- und Sandstein, Mergel, Kreide, Kalktuff aus, zeigt sich in Höhlen einen Ueberzug bildend, an der Erdoberfläche, besonders wo animalische Substanzen verwesen. Höhlen, in denen sich Salpeter erzeugt finden sich in Deutschland bei Homburg (Burkardsh.), in Apulien an adriatischen Meer (Pulo di Molfetta), in Frankreich, in Ostindien, an Ceylan (hier sind 22 salpetergebende Höhlen), in Brasilien, Afrika Teneriffa; ausserdem wittert Salpeter aus in Spanien, (Arragonien) Ungarn, Podolien, Sicilien, Aegypten, Persien, Bengalen, China, Arabien Nordamerika (Georgia, Kentucky), Südamerika. Auch Pflanzen enthalten Salpeter, so besonders der Boretsch, Dill, Tabak, und Majastengel Runkelrüben, Buglossum, Parietaria u. a. m.; in thierischen Materie hat man ihn noch nicht entdeckt.

Wie erzeugt sich aber in jenen Kalkgesteinen, in der Salpetererde der Salpeter? Der sekundäre Kalkstein enthält Ueberreste von organischen stickstoffhaltenden Materien, wie dieses von dem Kalkgestein in Frankreich, der Kreide von Roche-Guyon, Meudon, Mousseaux und von der salpetererzeugenden Erde in Bengalen, in einigen Höhlen auf Ceylan nicht in allen, ermittelt worden ist; in dem Kalkstein auf Ceylan findet sich auch Feldspath eingemengt. Die Erzeugung von Salpeter ist auf eine bestimmte Entfernung von der Oberfläche eingeschränkt, so weit atmosphärische Luft und Wasser in das poröse Gestein einzudringen vermögend sind; völlig dichtes Gestein, wie Marmor und Quarz liefern keinen Salpeter. Man ist der Meinung, dafs durch einen allmählig fortschreitenden Zersetzungsprozess in Folge des Eindringens von Wasser und Luft der Stickstoff der thierischen Materien sich entwickle, mit dem Sauerstoff der Luft sich vereinige, Salpetersäure bildend, welche mit dem Kalk, Kali, Magnesia sich zu Salzen vereint. Man hat fern gefunden, dafs besonders poröser Kalkstein, Tuffstein dazu geeignet, dagegen vorzugsweise thonige Fossilien sehr wenig Salpeter geben. *J. Dary und Longchamp***) stellten dagegen in neuester Zeit die Meinung auf dafs ohne Vorhandensein organischer stickstoffiger Körper durch den Sauer- und Stickstoff der Luft, unter Vermittelung des Wassers, in den porösen Gesteinen, bei gleichzeitiger Einwirkung irgend einer geeigneten Base, als Kalk, Kali, Magnesia, sich Salpetersäure bilde

*) S. n. J. Bd. 13. S. 227. **) D. p. J. Bd. 23. S. 450, Bd. 24. S. 14 Bd. 30. S. 396.

könne. Sie glauben, daß, gleich wie Platinschwamm die Vereinigung des Sauer- und Wasserstoffs zu Wasser, die des Aethers und Sauerstoffs zu Essigsäure aufeichtig befördern, Eisenoxyd und Oxidhydrat, Thonfasern die Ammoniakverknüpfung bedingen, eben so auch der poröse Kalkstein unter Mitwirkung des Wassers auf die Bestandtheile der Atmosphäre wirken könnte, ohne daß thierische Substanzen unumgänglich zur Salpeterbildung concurriren müßten.

Auf der andern Seite ist es dagegen durch eine große Reihe von Versuchen erwiesen, daß in den bei weitem aller mehesten Fällen thierische Materien, oder überhaupt Stickstoff enthaltende organische Substanzen, zur Erzeugung des Salpeters wesentlich beitragen, ja daß ohne dieselben keine Salpeterproduction erfolgt.

[Nach den Versuchen von Fontenelle*) gaben, nach einem Stühigen Aussetzen an die Luft unter einem Schoppen in hölzernen Kübeln,

20 Kilogr.	ungewasch. kottig. Sand,	mit dest. Wasser befruchtet,	Spuren
20	„	Granitpulver,	„ „ „ „ desgl.
20	„	gewasch. kalkhalt. Sand,	„ „ „ „ keine Sp.
20	„	„ Granitpulver,	„ „ „ „ keine Sp.
20	„	„ kalkhalt. Sand,	} mit Quellwasser
20	„	„ Granitpulver	
			0,004 salpeters. Salze
20	„	thonhaltiger Erde	0,016 „
20	„	Ackererde	0,030 „
20	„	mit $\frac{1}{3}$ gutem Kalkputz gemengt	0,038 „
20	„	„ $\frac{1}{10}$ Schaalmist „	0,036 „
20	„	„ $\frac{1}{10}$ Pferdemist „	0,048 „
20	„	„ $\frac{1}{10}$ Kuhmist „	0,044 „
20	„	„ $\frac{1}{10}$ thierischer Düngererde gemengt	0,060 „
20	„	„ $\frac{1}{10}$ vegetabil. „ „	0,040 „
20	„	„ $\frac{1}{10}$ Weidenerde „	0,050 „
20	„	„ $\frac{1}{10}$ vegetab.-animal. Düngererde gemengt und $\frac{1}{2}$ guten Kalkputz	0,060 „
20	„	„ $\frac{1}{10}$ Blut	0,048 „]

Es erzeugt sich Salpeter in feuchten Wänden, weit mehr in Souterrains, Kellern, Erdgeschofs, als in den höhern Stockwerken, in engen, schmutzigen Gassen, wo er an den Wänden in Form eines feinhaarigen Beschlags auswittert, und hie und da abgekehrt und gesammelt wird; ebenso sammelt man auch den aus dem Erdboden auswitternden natürlichen Salpeter, welchen man deshalb Kehrsalpeter, *nitre de housage* nennt.

Man gewinnt auch künstlich Salpeter, wenn man durch ein Ge-

*) S. n. J. Bd. 13, S. 233.

zung von Stickstoff- und Sauerstoffgas, welches mit Kali gesättigt ist, häufige elektrische Funken schlagen läßt (siehe bei der Salpetererzeugung oben Seite 235). Dafs dadurch nur sehr geringe Quantitäten erzeugt werden können, leuchtet ein; ebenso mögen sich auch in der Atmosphäre nach Gewittern salpetersaure Salze bilden, die man im Regenwasser gefunden hat (siehe beim Wasser Seite 103). Im Grofsen erzeugt man Salpeter in den sogenannten Salpeterplantagen, Salpeterhöfen. Die Materialien, deren man sich dazu bedient, sind: Ackererde, Düngererde, in welcher verrottete vegetabilische und animalische Stoffe sich befinden, die noch Stickstoff enthalten und zugleich Kali, u. w. Man ebnet eine Erde man Wermuth, Disteln, Erdrauch, Schierling, Bilchenkraut in Gruben, mit gehacktem Stroh vermengt, mit Gansenkoth, Schlamm bedeckt verfaulen läßt, Muttererde; Aaserde, wo Blut, Fleisch verworren; Erde aus Schaaftällen, Pferdeställen, welche mit Urin und Koth durchdrungen, in dem Zustand der Verwesung begriffen, Salpetererde; ausgelaugter Kalkscher von Seifensiedern, welcher kohligen Kalk und Reste von kohlen- und kiesel. Kali enthält; ausgeleugte Holzasche aus Pottaschesiedereien, Kalkschutt, Lehmshutt aus allen Gebäuden, feuchten Mauern; an der Luft zerfallner Kalk, Kalkmergel u. d. l.

Aus diesen angeführten Substanzen werden in verschiedenen Proportionen Gemenge gemacht, *nitrires artificielles*, welche entweder in Form pyramidalen Haufen von 6 bis 8 Fufs Höhe, 4 bis 6 F. Grundfläche, oder niedriger Wände gebracht werden, letztere 2 bis 3 Fufs dick, 6 bis 7 Fufs hoch, mit einer Strohbanke bedeckt, *nitrires à la libre*, oder unter leichten Schoppen aufgeführt, *nitrires couverts*, über einer festgestampften Thonschale, damit sich keine salpetersaure Salz enthaltende Flüssigkeit in die Erde ziehen könne. Diese Haufen oder Wände müssen stets feucht und warm erhalten werden, der atmosphärischen Luft ausgesetzt, weshalb man sie öfters mit Flußwasser, oder gebrannter Kalilauge, (nicht mit Urin) befeuchtet, so dafs sie wie eine gute Gartenerde feucht bleiben; im Winter ist die Salpetergewinnung gehemmt, auch wirkt Trockenheit im Sommer nachtheilig ein. Man stellt deshalb die Wände und Haufen gegen die Wetterseite, damit sie zwar luftig stehen, aber nicht zu trocken, durchflechtet dieselben mit Dornenreis, bohrt Löcher hindurch, damit sie locker dem Eindringen der Luft wenig Hindernifs entgegensetzen. Die Haufen werden endlich auch jährlich einmal umgeschaufelt, damit möglichst alle Theile mit der Luft in Berührung kommen, und ein gleicher Feuchtigkeitsgrad erhalten wird.

Nach einiger Zeit bildet sich eine weifse, salzige Auswitterung, ein Beweis, dafs sich salpeters. Salze bereits gebildet haben; hiezu geht

ren, soll die Masse durch und durch Salpeter enthalten. an 3 Jahre. Die Salpetersieder beurtheilen den Gehalt nach dem mehr oder minder starken salzig-kühlenden, stechenden Geschmack der Salpetererde. Ist die Erde auslaugewürdig, (nach französischen Angaben geben 8 Kubikfufs Erde 1 Kilogramme, also 1 Kubikf. über $\frac{1}{2}$ Pfund Salpeter). so wird die Erde an 2 bis 3 Zoll tief abgekratzt, dies geschieht 2 bis 3 Mal im Jahr, zerklopft, und auf Fässer mit doppeltem Boden gethan, und ausgelangt; dieselben stellt man in 3 Reihen, *bundes*, übereinander auf, und zwar deswegen, damit man die schwachen Laugen, die man durchs mehrmalige Ausziehen der Salpetererde der obersten Reihe Fässer erhält, auf die Erde der darauf folgenden Fässerreihe leiten kann, um so die Lauge ohne Kosten zu verstärken und siedewürdig zu erhalten. Die französischen Sieder unterscheiden 1) *Siedelauge*, *Eaux de cuite*, 2) starke Lauge, *Eaux fortes*, und 3) schwache Lauge, *petites eaux*, *eaux faibles*, *eaux de lessivage*; die erstere von 10 bis 14° B., die zweite von wenigstens 4°. letztere von 1 bis 2°. Die starke Lauge der ersten Reihe auf die Fässer der zweiten Reihe gezapft, wird zu Siedelauge, die schwache aber zu starker etc. — Man kann die Rohlauge auch durchs Gradiren concentriren.

Die Lauge, in Oesterreich Grundwasser genannt, enthält aufgelöst: salpeters. Kali, salpeters. Kalk, Magnesia, salzs. Kalk, Magnesia, Kali, Natron, schwefels. Kalk und organische Stoffe. — Waren es Düngererde, vermoderte Pflanzenerde, welche hauptsächlich zur Salpetererzeugung angewendet wurden, so waltet salpeters. Kali vor, war aber in einem Kalkstein der Nitrificationsprozefs eingeleitet, so erzeugt sich besonders viel salpeters. Kalk.

[100 Theile von diesem Salz werden durch 108 Theile Pottasche zersetzt und liefern 122,6 salpeters. Kali. Gewöhnlich ist die Menge der salpeters. Magnesia gering, einige Procente; 100 Theile dieses Salzes, durch Pottasche zerlegt, liefern 135,4 salpeters. Kali. Der salzs. Kalk ist durch die zersetzende Einwirkung des kohlens. Kalks auf das salzs. Natron erzeugt, wobei sich etwas kohlens. Natron bildet, welches auswittert; 100 Theile dieses Salzes, durch Pottasche zersetzt, liefern 133,5 Chlorkalium. Salzs. Magnesia kommt in sehr geringer Menge vor, 100 Theile liefern, durch Pottasche zersetzt, 155,2 Chlorkalium. Chlornatrium begleitet stets den Salpeter, und das Chlorkalium ist meistens erst ein Product der Erzeugung salpeters. Salze und der dadurch bedingten Zersetzungen.]

Um salpeters. und salzs. Kalk und Magnesia zu zersetzen und in Kalisalze umzuwandeln, setzt man zu der siedewürdigen Lauge, welche sich in einem Bohlensumpf durch Absetzen geklärt hat, entwe-

der Aschenlauge, (Pottaschenauflösung) hinzu, das Brechen in Oesterreich genannt, (Bruch nennt man die Kalilauge); man kann auch, nach einem vorher angestellten Probeversuch, der auszulaugenden Salpetererde eine bestimmte Menge Holzasche hinzusetzen, und dann dieses Gemeng auslaugen, oder schwefels. Kali, oder ein Gemisch von 98 Chlorkalium (Glasgalle) und 89 schwefels. Natron, welches, durch doppelte Wahlverwandschaft sich zersetzend, schwefels. Kali und Chlornatrium liefert; dann muß man aber vorher Kalkwasser zuthun, um die Magnesiumsalze zu zersetzen. Braucht man 100 Theile schwefels. Kali, so reicht man schon mit 79,3 kohlen. Kali aus, im ersten Fall fällt schwefels. Kalk nieder, aber schwieriger, im letztern kohlen. Kalk und Magnesia, leichter. (Saures schwefels. Kali, — der Rückstand bei der Salpetersäuredestillation — ist nur nach vorhergegangner Neutralisation anwendbar.)

Die Lauge wird alsdann in die Erdfallbottiche gezapft, in denen die kohlen. Erden binnen einigen Stunden sich absetzen; die klare Lauge abgelassen, Salpeterrohlauge, enthält nun mehr blos salpeters. Kali, Chlorkalium und Chlornatrium, Extractivstoff, etwas kohlen. Gas, durch welches eine kleine Portion kohlen. Kalk und Magnesia in Auflösung erhalten werden. Man dampft sie in gußeisernen, oder kupfernen Kesseln, mit Vorwärmekeesseln, bis zu einem bestimmten specif. Gewicht, 50,5 bis 52,75° B. ein, wobei sich Schaum ansetzt, aus den aufgelösten organischen Substanzen bestehend, welcher abgenommen und nach dem Abtröpfeln der anhängenden Lauge zur Salpetererde wieder gemengt wird. Die Lauge wird nun in die Salzfallbottiche gezapft, in denen während des Abkühlens bei 45 oder 50° der größte Theil des Chlorkaliums und Chlornatriums sich abscheidet, darauf in hölzerne Wachsgefäße geleitet, in denen Salpeterkrystalle anschließen. Die Mutterlauge wird abgelassen, die Krystalle mit $\frac{1}{2}$ ihres Gewichts kaltem Wasser einen Tag lang eingeweicht, dann getrocknet; hiedurch verlieren sie 3 bis 4% am Gewicht. Die Mutterlauge, wenn sie nicht viel organische Substanzen aufgelöst enthält, kann zu der siedewürdigen Lauge hinzugefügt werden, im entgegengesetzten Fall aber gießt man dieselbe auf die Salpeterhaufen.

[Das abgeschäurte und sedimentirte Chlorkalium und Chlornatrium hat noch Salpeter in sich, etwa 2%, um diesen zu gewinnen, erwärmt man dieselben mit $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{2}$ Wasser in einem Kessel auf 40 bis 50°, hiedurch löst sich fast aller Salpeter vollständig auf, aber auch $\frac{2}{5}$ des Gewichts der Wassermenge an Chlorverbindungen; diese Lauge setzt man zur siedewürdigen Lauge. (Obige Trennung beruht auf der größern Löslichkeit des Salpeters im Vergleich mit den Chlorverbindungen in heißem

Wasser). — Die ausgelaugte Salpetererde wird zu neuen Haufen verwandelt, und liefert nach einigen Jahren eben so viel Salpeter, wie früher.]

Der so gewonnene Salpeter heisst roher Salpeter, *salpêtre brute*, (Salpeter vom ersten Sud, *salpêtre de première cuite*); er besitzt eine braune Farbe, von dem enthaltenen Extractivstoff, enthält 85 bis 88% wirklichen Salpeter, 12 bis 15% hauptsächlich Chlornatrium, auch Chlorkalium, und zerfließliche Kalk- und Magnesiasalze. Die Reinigung desselben, *raffinage*, geschieht auf verschiedene Weise; in Frankreich also: Man trägt in eine Siedepfanne 600 Kilogr. Wasser und 1200 Kil. Salpeter, giebt allmählig Hitze, und vermehrt sie endlich bis zum Sieden, dann trägt man noch 1800 Kilogr. Salpeter in Portionen hinzu; dadurch wird ein großer Theil Chlorkalium und Chlornatrium niederschlagen, welche sich nicht auflösen; man nimmt sie weg, und setzt nach und nach noch Wasser zu, um den Salpeter aufgelöst zu erhalten. Setzt sich nichts mehr ab, so schäumt man mittelst einer Auflösung von 1 Kilogr. Leim ab, setzt nach und nach noch 400 Kil. Wasser zu. Bildet sich kein Schaum mehr und ist die Lauge klar, so wird sie, nachdem sie auf 88° sich gekühlt hat, in die Rührkästen geleitet, in welchen stehende Wellen mit Rührern angebracht sind, die in Bewegung gesetzt werden, oder sie haben einen gegen die Mitte zu geneigten Boden, und die Arbeiter rühren mit Krücken die Flüssigkeit stets um. Durch die gestörte Krystallisation können sich nur kleine Krystalle, Salpetermehl, bilden, welches sehr wenig Mutterlauge einschließt, also wenig durch Chlorverbindungen verunreinigt ist. Das Salpetermehl wird nun noch mit einer conc. Salpeterauflösung, die einige Stunden lang mit demselben in Berührung bleibt, sodann mit reinem Wasser in hölzernen Gefäßen mit Zapfen gewaschen, *lavage*, bis letzteres als eine völlig gesättigte Salpeterauflösung abläuft. Darauf wird es in eignen Trockenpfannen unter stetem Umrühren getrocknet, besser als durch Luftheizung.

[Die dabei gewonnenen Mutterlängen, die Abwaschwasser, werden einer eignen Aufarbeitung, ganz so wie die rohen Laugen, unterworfen; bloß die letzte gesättigte Salpeterauflösung braucht man wieder zum Reinigen anderer Portionen. — Man hat auch vorgeschlagen, den rohen Salpeter in Haufen auf wasserdichtem Boden aufzustürzen, und mit der Raffinirmutterlauge zu begießen, welche bloß die fremden Salze auflösen wird; oder auch mit kaltem Wasser, denn dieses löst mehr Chlorkalium und Chlornatrium auf, als Salpeter. Man reinigte früher den Salpeter durch zweimaliges Umkrystallisiren und Kochen mit Kalk, um den Extractivstoff zu zerstören und in Schaum zu verwandeln; Salpeter vom zweiten und dritten Sud, *Salp. de second, troisième cuite*.

Aber auch ein solcher gereinigter Salpeter ist noch nicht gänzlich von allen anhängenden Chlorverbindungen frei, was man durch salpeter. Silberoxyd entdecken kann, zum Gebrauch in der Technik und Chemie jedoch hinlänglich rein. Seine Reinheit prüft man zum technischen Behuf auf nassem Weg, wie in Frankreich, dass man den zu prüfenden rohen Salpeter mit einer völlig concentrirten Auflösung von reinem Salpeter übergießt, welche nur die fremden Salze auflöst, nicht aber den Salpeter; (*Gay-Lussac* hat vorgeschlagen, durch Kohle den Salpeter in kohlen. Kali zu verwandeln, und dieses mittelst des Alkalimeters zu prüfen). In Schweden beurtheilt man die Güte auf trockenem Weg, indem man den geschmolzenen Salpeter auf dem Bruch untersucht. Guter reiner Salpeter ist grobstrahlig, enthält der Salpeter $\frac{1}{8}$ Kochsalz, so ist der Bruch weniger grobstrahlig, $\frac{1}{10}$ bildet in der Mitte einen nicht strahligen Streifen, $\frac{1}{10}$ macht nur an den Kanten einen strahligen Bruch. In Oesterreich*) ist folgende Methode üblich. Man löst 40 Theile getrockneten Salpeter in 100 Theilen destillirtem Wasser von 55° auf, und rührt die Flüssigkeit, in welche ein sehr empfindliches Thermometer, dessen Grade in Viertel getheilt sind, eingetaucht ist, um. Sobald die Krystallisation beginnt, bemerkt man den Temperaturgrad; mit Hülfe von durch Erfahrung gegebener Tabellen kann man dann aus jener beobachteten Temperatur erschen, wie viel an reinem Salpeter in jenem geprüften enthalten war. Je mehr nämlich Salpeter in der Auflösung enthalten ist, bei desto höherer Temperatur fängt die Krystallisation an, unbeschadet der mit aufgelösten fremden Salze.

Die folgende, von *Hufs* entworfne, Tabelle zeigt, wie viel, bei einer gegebenen Krystallisationstemperatur in 100 Theilen Wasser salpeter. Kali aufgelöst, und daher in 100 Theilen des geprüften Salpeters enthalten ist. Diese Tabelle hat aber den Fehler, dass bei ihrer Entwerfung übersehen wurde, dass Wasser, welches Kochsalz enthält, mehr Salpeter auflöst, als destillirtes. Diese Unrichtigkeit hat aber meist für die Praxis keinen Nachtheil; die Tabelle zeigt die Salpeterproc., die man beim Läutern erhalten kann. Denn so viel sie bei stark mit Kochsalz vermengten Salpetern zu wenig an letztern angiebt, so viel wird beim Raffiniren durch sich ausscheidendes Chlorkalium etc. mit entfernt.

Temperatur. R. Therm.	100 Theile d. Auflös. enthalten Salpeter.	100 Theile d. gepr. Salp. enthalten an reinen Salp.	Temperatur. R. Therm.	100 Theile d. Auflös. enthalten Salpeter.	100 Theile d. gepr. Salp. enthalten an reinen Salp.
+ 8°	22,27	55,7	+ 9,25	23,64	59,1
8,25	22,53	56,3	9,50	23,92	59,8
8,50	22,80	57,0	9,75	24,21	60,5
8,75	23,08	57,7	10	24,51	61,3
9	23,36	58,4	10,25	24,81	62

*) Scholz, in den J. d. k. k. p. J. Bd. I. S. 408.

Tempera- tur. R. Therm.	100 Theile d. Auflös. enthalten Salpeter.	100 Theile d. gepr. Salp. enthalten an reinen Salp.	Tempera- tur. R. Therm.	100 Theile d. Auflös. enthalten Salpeter.	100 Theile d. gepr. Salp. enthalten an reinen Salp.
+ 10,50	25,12	62,8	+ 15,50	31,83	79,6
10,75	25,41	63,3	15,75	32,21	80,5
11	25,71	64,3	16	32,59	81,5
11,25	26,02	65	16,25	32,97	82,4
11,50	26,32	65,8	16,50	33,36	83,4
11,75	26,64	66,6	16,75	33,75	84,4
12	26,96	67,4	17	34,15	85,4
12,25	27,29	68,2	17,25	34,55	86,4
12,50	27,61	69	17,50	34,96	87,4
12,75	27,94	69,8	17,75	35,38	88,4
13	28,27	70,7	18	35,81	89,5
13,25	28,61	71,5	18,25	36,25	90,6
13,50	28,95	72,4	18,50	36,70	91,7
13,75	29,30	73,2	18,75	37,15	92,9
14	29,65	74,1	19	37,61	94
14,25	30,00	75	19,25	38,08	95,2
14,50	30,36	75,9	19,50	38,55	96,4
14,75	30,73	76,8	19,75	39,03	97,6
15	31,09	77,7	20	39,51	98,8
15,25	31,46	78,6	20,25	40	100.]

Der Salpeter krystallisirt in sechsseitigen Säulen, mit 4 schmalen und 2 breiten Flächen, auf letztern eine ziförmige Zuschärfung aufgesetzt. Die Krystalle zeigen Längensstreifen; enthalten in der Längensaxe kleine Spalten, in welchen sich Mutterlauge befindet; spezifisches Gewicht 1,93 bis 2,0. Er besitzt einen kühlenden, bitterlich-scharfen Geschmack, ist geruchlos, luftbeständig (nur dann wird er feucht, wenn er zerfließliche Salze enthält), schmilzt vor der Rothglühhitze bei 350°, ist dann ölartig dickflüssig, gesteht nach dem Erkalten zu einer festen, im Bruch grobkörnigen Masse (vergleiche oben Seite 332), welche man ehemals *Prunellensalz*, *Sel de prunelle*, *Sal prunelle*, auch *Crystal minéral* nannte. Erhitzt man ihn stärker, so zersetzt er sich leicht, und liefert Sauerstoffgas, indem salpetrige oder selbst Stickstoffoxyd-Kali zurückbleibt (vergl. vorn beim Sauerstoff Seite 76 und 325). Es ist daher große Vorsicht nöthig, wenn man den Salpeter schmilzt, um ihn in Kuchenform zu transportiren, (was allerdings, wegen Austreibung der Mutterlauge, eine Ersparnis an Gefäßen und Fracht bedingt), damit nicht ein Theil desselben sich entmische. Er löst sich in 7½ Theilen Wasser von 0°, in fast 3½ Theilen von 18°, in 1½ von 45°, und in weniger als ½ Theil Wasser von 97° auf. In Weingeist löst er sich sehr wenig, in absolutem Alkohol gar nicht auf. Er besteht aus: 48,55 Kali und 53,45 Salpeter. Mit Kochsalz gemengt in Wasser gelöst zersetzt

sich ein Theil Salpeter, indem sich salpeters. Natron und Chlorkalium bildet. Strent man ihn auf glühende Kohlen, so befördert derselbe durch Sauerstoffgasentwicklung das Verbrennen derselben (verpufft), eben so geschieht es auch mit Schwefel; wenn man eine Mengung beider in einen glühenden Tiegel trägt, so erfolgt ein augenblickliches heftiges Verbrennen. Phosphor mit Salpeter gemengt kann durch einen Hammerschlag, unter heftigem Knall, entzündet werden.

Man wendet den Salpeter an, 1) zur Darstellung des Pulvers, des Knallpulvers, Schnellflusses etc.; 2) zur Bereitung der Schwefelsäure; 3) zur Darstellung der Salpetersäure; 4) in der Glasfabrikation; 5) in der Medicin; 6) zur Bereitung verschiedner Arzneimittel; 7) zur Darstellung des chroms. und arseniks. Kalis; 8) zur Bereitung des reinsten kohlent. Kalis, des sogenannten weissen Flusses; 9) zum Einpökeln des Fleisches, (Schlackwürste); 10) in der Landwirthschaft zur Conservation der Getreidearten etc. Man bezieht ihn meist aus Ostindien, wo er zu wohlfeilern Preisen geliefert wird, als man ihn bei uns schaffen kann.

[Knallpulver, *poudre fulminant*, *fulminating powder*; mengt man 3 Theile Salpeter, 1 Theil Schwefelpulver und 2 Theile Pottasche und erhitzt das Gemeng, so erzeugt dasselbe einen heftigen Knall so wie der Schwefel geschmolzen ist. Die gewaltsame plötzliche Entwicklung von Stickstoffgas aus der Salpetersäure erzeugt den Knall, während sich schwefelsaures Kali bildet. — Schnellflufs, *poudre de fusion*; man mengt 3 Theile getrockneten Salpeter, 1 Theil Schwefelpulver und 1 Theil Sägespäne mit einander. Bringt man in dieses Gemisch eine Kupfer- oder Silbermünze und zündet dasselbe an, so schmilzt diese ein; dies ist daraus erklärlich, daß sich geschwefeltes Kupfer, oder Schwefelsilber bildet, welches leicht schmilzt.]

Schiefspulver, *Poudre à tirer*, *Gunpowder*. Zur Verfertigung des Pulvers gehören 3 Ingredienzien, Salpeter, Kohle, Schwefel. Von der Reinigung des Salpeters war im Vorhergehenden die Rede; ein Gehalt an Kochsalz im Salpeter hat den doppelten Nachtheil. erstlich daß Kochsalz kein Sauerstoff lieferndes Salz ist, welches also das Verpuffen nicht befördert, und zweitens, daß dann auch salpetersaures Natron mit vorhanden ist, welches feucht wird, und dadurch das Pulver verschlechtert. Was die Kohle betrifft, so ist nicht jede gleich brauchbar, man giebt den leichten, trocknen und wenig Asche gebenden Kohlen den Vorzug, der Kohle aus dem Faulbaum-, Hasel- und Weiden-, Ellern-, Pappeln-, Kastanien-, Lindenholz; festere Kohlen sind nicht so fein zu zertheilen, entzünden sich schwerer. (Vergleiche vorn beim Kohlenstoff Seite 116). Nicht allein auf die Qualität des Holzes zur Kohlenbereitung kommt es an, sondern auch noch hauptsächlich auf die Art

Verkohlung. Man zieht die durch Verkohlung in verschlossnen Gefäßen the Kohle vor, zu welchem Ende man Oefen erbaut, in denen ei- Verkohlungsgefäße eingesetzt werden. Der Schwefel muß gehörig lert werden, damit die fremden, erdigen Theile nicht mit in die ung des Pulvers gelangen.

In Betreff der Mischungsverhältnisse dieser 3 Stoffe zur Pulverberei- Pulversatz, so arbeiten die Pulvermühlen nach sehr verschied- Vorschriften.

Pulversorten:	Bestandtheile.		
	Salpeter.	Schwefel.	Kohle.
französisches Militärpulver.....	75	11,5	13,5
französisches und englisches.....	75	12,5	12,5
„ von <i>Chamby</i> No. 2.....	80	5	15
„ Jagdpulver von <i>Bouchet</i>	78	9,12	12,88
englisches Dartsford-powder.....	79,7	7,82	12,48
französisches geschliffenes.....	76	10	14
schwedisches.....	76	9	15
österreichisches Masketenpulver.....	72	16	17.

Die Darstellung des Pulvers in den Pulvermühlen, *poudreries*, ist im meinen folgendermassen: der Salpeter, in kleinen Krystallen raffi- wird durch ein Drahtsieb geschlagen, der geläuterte Schwefel durch Stampf- oder Mühlwerk mit hölzernen Läufern zerkleinert, ebenso Kohlen, beide, so auch der Salpeter, gesiebt. Man wiegt nun die erforderlichen Mengen ab und verfährt auf verschiedene Art. Erstlich, Alters her wendet man zum Zerkleinern und Mengen der Masse Stampfen, *pilons*, an, welche mit einem metallnen (bronznen) Schuh versehen sind, und in einem eichnen Trog sich auf und ab bewegen; jeder Trog faßt 43 Pfund. Zuerst giebt man die Kohlen hinein, Vasser angefeuchtet, um das Stauben zu vermeiden, sodann den Salpeter und Schwefel. Alle Stunden wird die Masse mit kupfernen Stampfen aus einem Trog in den andern gebracht, hin und wieder angelassen (besonders im Sommer), bis nach Verlauf von 14 Stunden die Masse gehörig fein und innig gemengt ist. Statt der Stampfen bedient man sich auch der Läufer und Walzen. Man läßt auf einem horizontalen Boden aus Marmor, welcher mit einem hölzernen Rand versehen ist, vermittelst marmorner Läufer, die an einer stehenden Säule mit zwei Armen sich vertikal bewegen, den Pulversatz zerreiben; an ihnen sind kupferne Abstreichmesser angebracht, um die steife Masse abzustreichen, damit sie sich besser mengen und zerkleinern lasse. Man läßt auch auf eichnen Bodenplatten bronzne Läufer sich bewegen. Die Walzwerke sollen die Masse nicht so erhitzen, als die

Stampfen, weil hier stets andere Stellen abwechselnd unter die Wägen kommen und nicht, wie bei erstern, stets dieselben Punkte getroffen werden. Jedes Steinchen ist bei dieser Bearbeitung Gefahr bringen.

Endlich geschieht auch wohl das Mengen auf die Art, daß man die gepulverten und gesiebten Materialien nebst bronzenen Kugeln in Tonnen thut, welche durch ein Mühlwerk um ihre Axe gedreht werden können. Das Gemeng wird mit 14% Wasser gemengt, um gekörnt zu werden, vorher aber noch geprefst; *Champy's Methode*. Der durch die so eben beschriebnen Operationen erhaltene Teig, *pâte, gâteau*, wird nun gekörnt; dies geschieht auf verschiedne Art. Der Teig wird ein Paar Tage getrocknet, dann auf Siebwerken, *grenoir*, gebracht, hölzernen Kästen mit einem Boden aus Pergament mit vielen kleinen Löchern, oder mit durchlöchernten Kupferblech; um die steife Masse durchzupressen, dient eine hölzerne Scheibe, Läufer, linsenförmig, mit abgerundeten Flächen, kleine Kugeln, die sich auf der Masse hin und her bewegen, oder hölzerne Cylinder, die durch Krummzapfen in den Kästen bewegt werden, während das Sieb durch das Mühlwerk in schüttelnder Bewegung erhalten wird. Da aber auf diese Weise das Korn nicht gleichförmig genug ausfällt, auch Mehlpulver sich erzeugt, so bringt man das Ganze nach dem Trocknen auf ein Sieb, *égaliseur*, durch welches das Mehlpulver und die kleinen Körner abgesondert werden, sodann auf ein zweites, durch welches die groben Körner nicht hindurchgehen. Kanonen- und Sprengpulver pflegt man auch wohl auf folgende Art zu kornen. Die Masse wird, so wie sie von der Mühle genommen wird, in Tücher eingeschlagen, mit einer hydraulischen Presse stark geprefst, und die festen Kuchen zwischen kanellirten bronzenen Wellen zerquetscht, darauf durch eine eigene Maschine zerkleinert, und dann gesiebt. Das Mehlpulver sowohl, als die größern Körner, werden dem Pulversalz wieder zugemischt und noch einmal gemahlen. Soll das Pulver nicht noch geschliffen werden, was nur mit dem Jagdpulver zu geschehen pflegt, so wird es getrocknet. Dies geschieht entweder durch die warme Luft im Sommer, bei heitern und windstillen Wetter, in Trockenhäusern mit Glasfenstern; zu dem Ende breitet man es auf Tischen aus, die mit Leinwand belegt sind; oder mittelst heißer Wasserdämpfe, die man unter den Trockenplatten von Metallblech hinleitet; oder mit heißer Luft von 50 bis 60° C., mit welcher man die Trockenzimmer, in denen das Pulver auf Leinwand ausgebreitet liegt, erwärmen kann. Nicht selten, wenn man zu viel Wasser zum Benetzen angewendet hat, findet man Salpeter in kleinen Krystallen auf den Körnern ausgewittert, was nachtheilig ist, indem das Pulver sich schnell in Staub verwandelt. Nach

den

Pulver, Eigenschaften u. Aufbewahrung desselben. 257

rocknen wird es durch seine Haarsiebe geschlagen, um das feine Mehlpulver abzuscheiden, eisensortirt. Soll das Pulver noch feiner werden, klinge, so geschieht dies also: man schüttet das nicht völlig getrocknete Pulver in eine mit gewaltem Blei ausgelegte Tonne, welche durch ein Mühlwerk um ihre Axe bewegt werden kann. Indem nun mit einer gewissen Geschwindigkeit diese Bewegung vollbracht wird, reiben sich die Körner aneinander und an dem Blei und werden glatt: darauf wird das Pulver getrocknet, gesiebt etc. Feuchtigkeit vermindert das Abschmetzen, das Feuchtwerden, feines Pulver entzündet sich aber schwerer.

Eigenschaften eines guten Pulvers. Es besitzt eine bläulichgraue (Schieferfarbe), eine dunklere, schwarze Farbe zeigt zu viel Kohlenantheil an; es muß ein rundliches, gleiches Korn haben, darf sich nicht leicht zerreiben, abkörnen, keine harten Theile enthalten. Wird entzündet, so muß es sich schnell entzünden ohne zu prasseln, ohne Rückstand zu lassen, und die Unterlage zu versengen: ein gelber oder schwarzer Rückstand zeigt Ueberschuß an Schwefel oder Kohle an; das Prasseln Feuchtigkeit, fremde Salze im Salpeter. Soll aber das Pulver seine vorzüglichen Eigenschaften behalten, so muß es sorgfältig aufbewahrt werden. Gleich nach dem Trocknen wird es in Stücke von grober Leinwand, Drillig, geschüttet, welche in sehr gute Stücke, aus trockenem Holz verfertigte Fässer, deren Fugen mit Papier bestrichen sind, verpackt werden. Da aber sowohl Leinwand als Holz hygroscopische Körper sind, und dadurch das Pulver verderben kann, so wird das feinere Pulver in lederne Beutel geschüttet, in Fässer eingepackt; das Pulver muß von Zeit zu Zeit umgepackt werden. Das Pulvermagazine entfernt von bewohnten Orten angelegt werden, ohne Feuer (ausgenommen in Festungen), umgeben mit einem Erdwall, nicht leitern an Lanternen, ist bekannt. Sie müssen möglichst trocken gehalten werden; man pflegt deshalb stets gebrannten Kalk in denselben zu vertheilen. Um Schießpulver zum Entzünden zu bringen ist eine Temperatur von 15° hinreichend, eine Wärme, welche von der Glühhitze noch weit entfernt ist; ist das Pulver feucht, so erfolgt erst bei 330° die Entzündung, also kurz vor der Rothglühhitze des Eisens. Durch eine Reibung läßt sich Pulver schwerer entzünden, als von glimmenden kohlenstoffhaltigen Substanzen, im Wasserstoffgas gar nicht, im Stickgas schwierig, in kohlensaurem Gas ziemlich leicht. Durch einen heftigen Schlag mit einem schweren Hammer auf einen Amboss kann Pulver entzündet werden, eben so durch elektrische Funken, Stofs von Eisen gegen Messing, Eisen gegen Eisen, Marmor gegen Messing, Blei gegen Blei, selbst gegen

Holz, wenn es äußerst heftig geschieht^{*)}); ebenso wenn man Quarzkörner unter Pulver mengt und ein schweres Quarzstück darauf fallen läßt.

Sobald als ein glühender oder brennender Körper mit dem Pulver in Berührung gebracht wird, fängt die Kohle Feuer und augenblicklich erfolgt die Detonation. Es erzeugen sich in Folge dieses chemischen Processes mehrere luftförmige und feste Producte, als kohlensaures und Kohlenoxydgas, Stickgas, schwefligsaures Gas, Wasserdämpfe bilden sich; an festen Producten entstehen: schwefels., kohlena. Kali, hauptsächlich Schwefelkalium, welche mit etwas Kohle gemengt zurückbleiben; der Sauerstoff der Salpetersäure im Salpeter, welche hierbei ganz zersetzt wird, erzeugt mit dem Kohlenstoff kohlensaures und Kohlenoxydgas, mit ein wenig Schwefel schwefligsaures Gas und Schwefelsäure, die sich mit Kali verbindet, während der größte Theil des Schwefels sich mit dem Kalium des Kalis im Salpeter zu Schwefelkalium vereinigt, so wie auch ein Theil Kali sich mit Kohlensäure verbindet. Stickstoffgas wird aus der Salpetersäure, Wasserdämpfe theils aus dem im Pulver vorhandenen hygroskopischen Wasser, theils aus dem Wasserstoff der Kohle und Sauerstoff der Salpetersäure erzeugt. Die Erzeugung von Schwefelwasserstoffgas in Folge der Bildung von Schwefelkalium ist erklärlich. Die treibende Kraft des Pulvers hängt ab von der großen Menge luftförmiger Producte, welche sich durchs Entzünden desselben bilden. Es entstehen nämlich aus einem Raumtheil Pulver mehr als Tausend Raumtheile gasförmiger Producte, welche im Moment des Entstehens auf den kleinen Raum des Pulvers eingeschlossen sind, und daher mit einer gewaltigen Spannung nach Ausdehnung streben, die Kugel fortschleudern, oder den Fels sprengen.

[Um wie viel die erzeugten luftförmigen Producte im Gegensatz des Pulvers sich ausdehnen, ist noch nicht mit völliger Sicherheit bekannt; *Rumford* glaubte, die treibende Kraft hauptsächlich den Wasserdämpfen zuschreiben zu können, denen er eine 50,000 Mal größere Spannung zuschrieb, als der atmosphärischen Luft.]

Die Kohle bedingt die hauptsächlichste Detonation durch den Salpeter, es würde sich aber ein solches Pulver ohne Schwefel nicht schnell genug durch und durch entzünden, dies bewirkt der Schwefelzusatz, der allerdings zur Erzeugung von Gasen kaum etwas beiträgt, wegen die Kohle kohlensaures und Kohlenoxydgas liefert. Salpeter und Schwefel ohne Kohle geben ein schwerer entzündliches, langsam abbrennendes, weniger kräftiges Pulver. Die Größe der Pulverkörner hat ei-

^{*)} *Aubert's* Versuche in D. p. I. Bd. 21. S. 364.

nen bedeutenden Einfluss auf die Heftigkeit der Detonation, wie viele angestellte Versuche hinlänglich gezeigt haben. Der nach dem Abbrennen des Pulvers bleibende Rückstand an Salzen, Kohle etc. ist ein kräftiger Pyrophor; je unvollkommener das Pulver verbrennt, desto mehr bildet sich davon. Es ist eine schwarzgraue Masse, wird schnell feucht, und erhitzt sich schnell in Wolle oder Papier eingepackt bis zum Entzünden der Hülle; an der Luft längere Zeit gestandne Masse wirkt nicht mehr pyrophorisch. Das enthaltne Schwefelkalium ist die Ursach dieser leicht gefährlich werdenden Wirkung (vergleiche vorn Seite 93).

Wird Pulver auf ein Häufchen geschüttet und angezündet, so verbrennt es vollständig ohne bedeutende Explosion, stampft man es dagegen in einem Gewehr, Geschütz fest ein, setzt die Kugel oder Pfropfen auf und feuert ab, so verbrennt es mit heftigem Knall, aber nicht vollständig, sondern ein Theil wird unverbrannt herausgeschleudert. Wegen des festen Eindrückens entzündet sich nämlich dasselbe nicht augenblicklich, sondern indem von hinten die Explosion beginnt, wird das vordere vorwärts getrieben, und verbrennt theils noch im Lauf, theils wird es herausgeschleudert, ohne zu verbrennen. Die neuern Perkussionsgewehre bedingen dagegen ein vollständigeres Entzünden der Pulverladung, indem die Detonation des Knallquecksilbers einen kräftig zündenden und durchschlagenden Feuerstrahl erzeugt, so das man mit einer $\frac{1}{2}$ geringern Ladung denselben Effect erreicht. (Von der Anwendung des chlors. Kalis zur Pulverfabrikation war bereits Seite 324 die Rede.)

[Man prüft die Stärke (treibende Kraft) des Pulvers theils im Kleinen mit einer sogenannten Pulverprobe, *épreuve*, einer Art Pistole, an welcher ein in Grade eingetheiltes Rad angebracht ist, welches von einer Feder gehalten wird. Das im Lauf befindliche Pulver muss nun beim Abbrennen einen am Rad befestigten Arm, welcher die Mündung bedeckt, zurückstoßen, und dadurch wird das Rad um ein gewisses herumgedreht. Im größern Maasstab gebraucht man Probemortiers, *mortiers-épreuves*, um zu sehen wie weit bei 45° Elevation das Pulver eine Kugel treibt. Diese Probe verdient den Vorzug vor erster. Auch hat man Pulverproben in Form von Federwagen, *épreuves à main de Regnier*, Pendel mit Gradbogen, *fusil-pendule* etc. Die Methoden Pulver zu analysiren findet man kurz angegeben in *Berzelius's* Lehrbuch d. Chemie Bd. 2. S. 470.

Gebrauch des Pulvers zum Schiessen, Sprengen von Gestein, Bauwerken, Baumwurzeln, zum Reinigen der Luft in lang verschlossnen Räumen, zu Feuerwerken, Fanalen, (zum Treiben von Maschinen, Explosionsmaschinen, wo durch das Entzünden von Pulver Bewegung erzeugt und mitgetheilt wird.) Zum Behuf der Feuerwerkerei, *pyrotechnie*, werden dem Pulver noch eigne Zusätze beigemischt, oder in

andern Proportionen Schwefel, Kohle und Salpeter gemischt. Man braucht dazu Eisen-, Kupfer-, Messingspähne, Zinkfeilich, Schießpulverglanz, Schwefelarsenik, Blutstein (Eisenoxyd), Bernstein, Kalkstein (für Theaterfeuer auch salpeters. Strontian, chlors. Kali), Salpeter, Kupfervitriol, Salmiak. — Rothfeuer für Theater: 40 Theile salpeters. Strontian, 13 Schwefelblumen, 5 chlors. Kali, 4 Schießpulverglanz. Weißfeuer Salpeter 48 Theile, Schwefel 13 $\frac{1}{2}$, Schießpulverglanz 7 $\frac{1}{4}$; oder 24 Salpeter, 7 Schwefel, 2 Realgar, 16 Schießpulverglanz. Mehlpulver, Gusseisenspähne, 8 Kohlenstaub. Blaufeuer Mehlpulver 4 Theile, Salpeter 2, Schwefel, Zinkpulver 3 etc. — *Bugby's de pyrotechnie*, 3me édit. Paris 1821.

Cyanigsaures Kali, *Cyanite de Potasse*, C. of P. Durch Glühen von wasserfreien Cyaneisenkalium mit Brausteinpulver. Die Masse wird mit Alkohol ausgekocht, worauf das Salz krystallisiert. Es bildet farblose Blättchen, schmeckt kühlend, löst sich leicht in Wasser auf, wird durch kochendes zersetzt, indem kohlene. Ammoniak entweicht und kohlene. Kali zurückbleibt; es besteht aus: 57,84 Kali und 42,16 cyanig. S.]

Kieselsaures Kali, *Silicate de Potasse*, S. of P. Kali kann sich in mehrern Verhältnissen mit Kali verbinden, mehrere solche Verbindungen kommen im Mineralreich mit kiesels. Thonerde, kiesels. Kalk, im Feldspath, Glimmer, (Lencit, Apophyllit, Chabasie, Harston, Eläolith), vor, in welchen die Sauerstoffmenge der Kieselerde zu der des Kali sich verhält = 2, 3, 6 : 1. Von den wichtigsten derselben wird bei der Thonerde, beim Kalk etc. die Rede sein. Durch Kaut kann man verschiedne Verbindungen des Kalis mit Kieselerde darstellen, als z. B. das Glas, *verre*, *glace*, *glafs*, von welchem beim kiesels. Natron ausführlich die Rede sein wird, indem auch kiesels. Natron als Glas auftreten kann. Hier soll nur des Wasserglases und der Kieselfeuchtigkeit gedacht werden.

Kieselfeuchtigkeit, *Liqueur des cailloux*, *Liquor Silicum*, durchs Zusammenschmelzen von 1 Theil Quarzpulver und 3 Theilen kohlene. Kali. Eine durchsichtige, farblose (grünliche) Glasmasse, löst sich in Wasser leicht auf, wird an der Luft feucht, und setzt mit einer Säure vermischt Kieselerdhydrat als eine gallertartige Masse ab. Man bedient sich derselben, um reine Kieselerde darzustellen (siehe Seite 265) und bildet sie bei jedem Aufschliessen Kieselerde enthaltender Fossilien; zu dem Ende werden dieselben fein gepulvert mit 3 bis 4 Theilen kohlene. Kali (oder Natron) gemengt geglüht.

Wasserglas, von *Fuchs* 1818 beschrieben*), erhält man durchs

*) D. p. J. Bd. 17. S. 465.

Zusammenschmelzen von 3 Theilen feinen Quarzsand, 2 Theilen gereinigter Pottasche und $\frac{1}{2}$ Kohlenpulver; der Zusatz von letzterm geschieht deshalb, um die Schwefelsäure, welche in dem in der Pottasche befindlichen schwefels. Kali enthalten ist, zu zersetzen, und so alles vorhandne Kali zu benutzen. Die durch längeres Schmelzen erhaltne Glasmasse ist grauschwarz, porös, verliert an der Luft durch Anziehen von etwas Wasser den Glasglanz; setzt man sie im gepulverten Zustand an die Luft, so wittern die fremden Salze aus, welche in der Pottasche noch enthalten waren, und lassen sich dann durch kaltes Wasser leicht abspühlen. Darauf löst man das gepulverte Wasserglas in 5 bis 6 Theilen kochenden Wasser auf, indem man es in kleinen Portionen hinzusetzt. Die Auflösung kann man zur Syrupsdicke, specif. Gewicht 1,25, eindunsten; in diesem Zustand wird sie von der Kohlensäure der Luft nicht verändert, wohl aber dünnflüssig. Sie ist opalisirend, reagirt und schmeckt alkalisch, und enthält bei obiger Dichtigkeit 28% wasserfreies kiesels. Kali, läßt sich mit Wasser beliebig verdünnen. Allmählig eingetrocknet erhält man eine farblose, durchscheinende Glasmasse, von muschligem Bruch, Glasglanz, welche durch die Kohlensäure der Luft nicht verändert wird.

Man bedient sich dieses Wasserglases als Ueberzug für Gegenstände aus Holz, Leinwand, Papier, um sie dadurch vor dem Anbrennen zu schützen. Sie werden mit einer Auflösung des Glases bestrichen, welcher irgend eine feuerfeste Körperfarbe hinzugesetzt wird, als Kreide, Thon, Knochenasche, Glaspulver, auch Bleiglätte, letztere ganz besonders bei Leinwand. Hin und wieder fand man aber das Glas leicht abspringend, es bekam Haarrisse, welches wohl nur daran gelegen haben mag, daß nicht genau nach den Angaben verfahren worden war. Im neuen Münchner Theater hat man alle leicht feuerfangenden Gegenstände damit überzogen.

Z w e i t e s K a p i t e l.

Vom Natrium.

Natrium, Sodium, wurde von Davy 1807 entdeckt (vergleiche das beim Kalium Gesagte); man gewinnt es aus kohlens. Natron mit einem Zusatz von Kohlenpulver aus eisernen Retorten, und bewahrt es unter Steinöl.

Es ist silberweiß, stark glänzend, specif. Gewicht 0,9722 bei 15°, bei der mittlern Temperatur der Luft ist es fest, aber weich, bei 90°

flüssig, wird in höhern Hitzgraden verflüchtigt; zersetzt das Wasser ohne zu verbrennen, wenn es aber mit wenig Wasser befeuchtet wird, brennt es; (es entwickelt bei einer langsamen Zersetzung nicht so viel Wärme, als das Kalium, weshalb die Entzündung schwieriger erfolgt). Nächst dem Kalium hat es die größte Verwandtschaft zum Sauerstoff, und wird zu chemischen Analysen verwendet.

Es giebt 3 Verbindungen mit Sauerstoff, von denen nur eine Eigenschaften einer Base besitzt.

[Natriumsuboxyd, dunkelgrau, brüchig (ähnlich erhalten, als Kaliumsuboxyd) besteht aus: 85,33 Natr. und 14,67 Sst.]

Natriumoxyd, *Protoxide de Sodium, P. of S., Natron, Soude, Soda*, (Mineralalkali, *Alkali minéral, Mineral-alkali*) kommt in der Natur rein nicht vor, aber an verschiedene Säuren gebunden, als an Kohlen-, Schwefel-, Phosphor-, Borax-, Salpeter-, Kieselsäure, im Mineral-, Pflanzen- und Thierreich: mehrere Fossilien enthalten es, als: Natrolith, Sodalith, Analcim, Zeolith, Albit, Labrador, Lava, Basalt, Chabasie, Mesotyp, Mesolith, Mesole, Skapolith, Natronspodamen, Eläolith etc.

Das reinste von Hydratwasser freie Natron erhält man nur allein durchs Verbrennen des Natriums. Eine grauweiße Masse, hart, spröde, schmilzt schwerer als Kali, verdampft schwerer als dieses, sehr ätzend, alkalisch reagirend; es besteht aus: 74,42 Natr. und 25,58 Sst. Natronhydrat wird auf folgende Weise, gleich wie Kalihydrat, dargestellt (siehe oben). Man nimmt reinstes krystallisirtes kohlen. Natron, löst es in 8 bis 10 Th. destillirten Wasser auf, und setzt $\frac{1}{2}$ frisch gebrannten Marmor, welcher vorher zu Hydrat gelöscht worden ist, hinzu und kocht in einem silbernen Kessel. Wendet man völlig wasserfreies kohlen. Natron an, so würden 55 Theile reinsten Kalk nöthig sein. (Das weitere Verfahren und die Erklärung desselben ist gleich mit der beim Kali Seite 298.) Man kann auch aus dem reinen schwefels. Natron durch Aetzkali das Natron ausscheiden, indem das schwefels. Kali, welches sich dabei bildet, auskrystallisirt; die Flüssigkeit wird dann zur Honigdicke eingedampft, und mit Alkohol behandelt, durch welchen jede Spur des letztern abgeschieden wird. Das übrige Verfahren ist wie beim Kali.

Das Natronhydrat, *Hydrate de Soude, H. of Soda, Aetznatron, Caustic Soda*, ist eine weiße, spröde Masse, von fasrigem Bruch, specif. Gewicht 1.536, schmilzt unter der Rothglühhitze, schmeckt sehr scharf, ätzend, alkalisch, löst sich leicht in Wasser und Alkohol auf, zieht an der Luft Kohlensäure, wenig Wasser an, und zerfällt zu trock-

mem kohlen. Natron; giebt mit Fetten, Oelen, Wachs, Harz Seifen, von denen erstere sich in Wasser auflösen, letztere nicht; zerstört thierische Gebilde, Wolle, Haare, Seide, Horn, löst Thonerde, Kieselerde, Schwefel, einige geschwefelte Metalle auf. Es besteht aus: 77,66 Natr. und 22,34 Wasser, steht in der Verwandtschaft zu den Säuren dem Kali nach.

[Natron unterscheidet sich vom Kali dadurch, daß eine Auflösung desselben, oder eines Natronsalzes, in eine spirituöse Auflösung von Chlorplatin geschüttet keinen Niederschlag erzeugt, während Kali oder Kalisalze einen eigelben hervorbringen. Bringt man eine völlig concentrirte Auflösung von Weinsteinsäure mit Natronauflösung zusammen, so erzeugt sich kein Niederschlag, Kali dagegen bringt Krystalle von Weinstein hervor, die sich entweder sogleich nach dem Umschütteln, oder bald darauf abscheiden. (Gleich verhält sich auch eine Auflösung von schwefels. Thonerde, durch Zusatz von Kali entsteht der schwer lösliche Kalialaun, welcher sich absetzt, durch Natron dagegen leicht löslicher Natronalaun, wobei kein Niederschlag fällt.)]

Natronlauge, Aetznatronlauge, *Lessive caustique de Soude*, *Caustic ley of Soda*, eine Auflösung des Natronhydrats in Wasser, wird zum chemischen Gebrauch rein, wie oben schon gelehrt worden ist, angefertigt. Eine farblose, oder wenig gelbliche Flüssigkeit, deren specif. Gewicht verschieden ist, wie nachstehende Tabelle angiebt; sie besitzt einen eignen Geruch, setzt, wenn sie sehr concentrirt ist, in der Kälte tafelfartige Krystalle ab.

T a b e l l e

über den Gehalt einer Aetznatronlauge an Aetznatron, nach *Richter*.

Specif. Gewicht	Natronprocente	Specif. Gewicht	Natronprocente	Specif. Gewicht	Natronprocente
1,00	0,00	1,14	12,81	1,28	26,33
1,02	2,07	1,16	14,73	1,30	28,16
1,04	4,02	1,18	16,73	1,32	29,96
1,06	5,89	1,20	18,71	1,34	31,67
1,08	7,69	1,22	20,66	1,35	32,40
1,10	9,43	1,24	22,58	1,36	33,08
1,12	11,10	1,26	24,47	1,38	34,41

Aetznatron und Natronlauge dienen nicht allein zum chemischen Gebrauch, sondern hauptsächlich auch in der Technik zum Seifesieden (Bleichen). Zu diesem Behuf verfertigt man Natronlauge also. Man bedient sich der künstlichen rohen, oder gereinigten krystallisirten Soda, des gebrannten Kalks und eiserner Laugefässer, wie bereits oben Seite

diese dann zu Siedesalz verkocht. Zu dem Ende leitet man in die Salzkammern, im Salzstock ausgearbeitete gewölbte Räume, die süßen Gebirgswasser hinein, und läßt sie so lange darin stehen, bis sie so viel Salz aufgelöst haben, daß die Soole siedewürdig ist; während dem setzt sich ein thoniger Schlamm auf dem Boden ab, der das Auflösen des Salzes von der Sohle der Salzkammer hindert. Die künstliche Soole wird dann abgelassen und verarbeitet (Hallstadt, Ischl, Hallein etc.)

Kochsalz findet sich auch in Wasser gelöst, sowohl in den großen Weltmeeren, und zwar in denen der heißen Zonen mehr, als in denen der kalten, in Folge der starken Verdunstung des Wassers, als auch in einzelnen Seen, endlich auch in den Soolquellen, Salzquellen, an vielen Stellen des Festlands. — Aus dem Meervasser gewinnt man das sogenannte Seesalz, Baysalz, an den Küsten des Mittelmeers, des atlantischen Oceans, der Nordsee; in Portugal zu St. Ubes, in Spanien zu Figueras u. a. a. O., in Frankreich an der Küste des atlantischen Meeres im Dept. de la Charente-inférieure, an dem Mittelmeer im Dept. des Bouches-de-Rhône und de l'Herault, auch im Dept. de la Manche, in Holland, Italien, Illyrien etc. Die Gewinnung geschieht also: Man legt am Meeresstrand Salzgärten an, *marais salans*; ein großes Bassin, dessen Sohle mit Thon festgestampft wird, kann vermittelt einer Schleuse mit Seewasser gefüllt werden. Aus diesem Wasserreservoir *jas*, *vast*, speist man, nachdem das Seewasser sich in demselben gereinigt hat, die andern Bassins, *couches*, *tables*, *aires*, *brine-pits*, welche eine große Fläche bei sehr geringer Tiefe dem Wasser darbieten. Sie stehen mit dem Hauptbehälter durch Canäle, *gourmas*, *brassoures*, in Verbindung, welche absichtlich sehr lang angelegt sind, damit sich in ihnen das Wasser kläre. Im Maßen nun das Wasser verdunstet, schießt in Krystallen das Seesalz an, und wird herausgenommen; man läßt dann wieder frisches Wasser aus dem Hauptbassin hinzu. Das so gewonnene Salz wird an der Luft ausgebreitet, damit die zerfließlichen Salze zerfließen können, darauf schaufelt man es in pyramidale Haufen, *pilots*, *vaches*, und bedeckt sie mit Binsen; die Mutterlauge läßt man ohne weitere Benutzung aus den Behältern ins Meer abfließen. Die Arbeit beginnt im April und wird im September eingestellt, je heißer der Sommer, je windiger das Wetter, desto größer ist natürlich die Ausbeute an Salz und umgekehrt. — An einigen Orten wird das Seesalz durchs Abdampfen gewonnen, wie z. B. in der Normandie, in England (Hampshire). Zu Lymington läßt man das Seewasser erst bis auf $\frac{1}{6}$ verdampfen, dann siedet man es in Pfannen; als Nebenproduct wird im Winter aus der Mutterlauge schwefels. Magnesia gewonnen (siehe bei dieser). — Auch durchs Aufrieren des Seewassers, wie in Ochotsk in Sibirien, gewinnt man Seesalz.

[Das Seewasser enthält verschiedene Salze aufgelöst, zwischen $3\frac{1}{2}$ bis 4° ; das Seewasser enthält in 1000 Theilen 25,0 Kochsalz, 5,8 schwefels. Magnesia, 3,5 Chlormagnesium, 0,2 kohlens. Kalk und Magnesia, 0,1 schwefels. Kalk; außerdem fand Wollaston noch schwefels. Kali und Chlorkalium, beide höchstens $\frac{1}{2000}$ der Masse. Auch enthält es noch Jodnatrium, Brommagnesium, letzteres hat Balard zuerst aus der Mutterlauge der *Marnis salins* erhalten (siehe vorn Seite 222).]

Das Seesalz ist von verschiedener Farbe, es ist weiß, grau, röthlich, je nachdem der Thon, welcher auf der Sohle der Behälter liegt, gefärbt ist. Das Seesalz von St. Ubes erster Qualität enthält nach Berthier 95,19 Kochsalz, 1,09 schwefels. Magnesia, 0,56 schwefels. Kalk, 1,45 Wasser; 3ter Qualität aber 80,09 Kochsalz, 7,27 schwefels. Magnesia, 1,57 schwefels. Kalk, 0,3 Sand, Thon, 8,36 Wasser. Lynnington enthält: 98,8 Kochsalz, 0,5 schwefels. Magnesia, 0,1 schwefels. Kalk, 0,5 Chlormagnesium, 0,1 unlösliche Materie. Letztere besteht aus isomorphischen Thon, kohlens. Kalk und Magnesia, feinen Sand *).

Man pflegt auch das Seesalz zu raffiniren, es wird in Meerwasser von neuem aufgelöst, und die Auflösung, wie es mit der Soole geschieht, erköcht. Solch raffinirtes Salz, *salt upon salt*, wird sowohl in Nord-holland, als auch in England dargestellt.

Salzquellen, Soolquellen, *eaux salées*, *salt-waters*, finden sich häufig in genauem Zusammenhang mit den Steinsalzgebirgen, theils in der Nähe des Vorgebirgs, zwischen Hügeln und Bergen, theils aber auch ziemlich entfernt von Steinsalzablagerungen, welches von der Natur der angränzenden Gebirgslager, von den Ueberlagerungen des Salzgebirgs etc. abhängt. Sie verdanken wohl unstreitig Steinsalzlager ihr Entstehen, und enthalten Salze in sich, die im Steinsalz gleichfalls ange-
 voffen werden. In den Soolen finden sich meist folgende Salze: in freier Kohlensäure gelöst kohlens. Eisenoxydul, Kalk, Magnesia, Gyps, Erden, Kochsalz, Chlorkalium, Chlormagnesium, Chlorcalcium, schwefels. Kali, Natron, Magnesia. — Man bohrt mittelst Erdbohrer nach Salzquellen, und findet man solche, so dringt durch die letzte Gyps- oder Thon-
 ecke das Salzwasser mit großer Mächtigkeit hervor. Man teuft dann einen Schacht ab, und läßt durch verschiedene Bohrlöcher die Soole in den Schacht einfließen, oder man setzt unmittelbar in die Bohrlöcher die Saugröhren der Förderungspumpen ein, wodurch die Vermischung mit frischem Wasser vermieden wird. Aus dem Kunstschacht fördert man die Soole, *saumure*, durch Pumpensätze, und verfährt nach Maßgabe der

*) Analysen von mehreren Sorten Seesalz findet man in U. D. p. 670, in den *Annal. de l'ind. franc.* T. 5. p. 240.

Grädigkeit oder Löthigkeit derselben auf verschiedene Weise. Ist die Soole so reich an Salz, daß sie siedewürdig, (wenigstens 16 löthig), so wird sie sogleich versotten, ist sie aber nicht so concentrirt, so wird sie erst durch das Gradiren auf den nöthigen Grad der Concentration gebracht. Da wo die Soole mit unter ihr lagernden Salzstöcken im nächsten Zusammenhang steht, kann man durch ein fortgesetztes Niederreiben der Bohrlöcher stärkere Soole gewinnen.

Das Gradiren geschieht also: es werden eigne aus Holz construirte Gebäude aufgerichtet, Gradirhäuser, *bâtimens de graduation*, *graduation houses*, welche eine beträchtliche Länge bei nur geringer Tiefe besitzen, (das Gradirhaus zu Salza bei Schönebeck hat eine Länge von 581 $\frac{1}{2}$ pr. Fuß, die Dornenwände eine Höhe von 33 $\frac{1}{2}$ bis 52 F., überhaupt eine wirksame Dornenfläche von 250000 Quadratfuß. Durchschnittlich verdunsten im Jahre auf 1 Quadratfuß Dornenwand in Salza 16,13 Kubikfuß Wasser). In ihnen ist aus Dornenbündeln von Schwarzdorn oder Schlehdorn eine ziemlich hohe Wand aufgeführt, unter welcher ein Soolbehälter aus Bohlen gezimmert liegt, in welchem sich die längs der Dornenwand von oben herunterträufelnde Soole sammeln kann. Auf dem First der Gradirhäuser befindet sich ein unbedeckter, in früher angelegten Gradirhäusern mit Dach verschener Gang, längs welchen eine offene Soolenleitung läuft, aus welcher die Soole in 2 oder 4 Rinnen, die zu beiden Seiten der doppelten Dornenwand gelegt sind, sich vertheilt. Diese Rinnen haben viele Hähne, durch welche die Soole durchsickert, und längs den Dornenbündeln auf beiden Seiten herabfallen kann.

[Man unterscheidet Flächengradirung und kubische Gradirung, bei erster liegen nur 2 Reihen Tröpfeltröge, und die Soole fällt längs beider äußern Dornenwandflächen herab; bei der letztern aber liegen 4 Reihen Tröpfeltröge, und die Soole fällt sowohl nahe den äußern als auch nahe den innern Oberflächen der Dornenwände herab. Letzteres Verfahren liefert mehr Product in gleicher Zeit, concentrirtere Soole, erfordert weniger große Dornenflächen.]

Mittelst des Kunstgezeugs im Kunstthurm wird die Soole aus dem Schacht auf den höchsten Punkt des Thurms in ein Bassin gehoben, von wo dieselbe durch ab- und aufsteigende Röhren auf den First des Gradirhauses aufsteigt, und dort ausfließt. Meist sind aber auch noch Pumpensätze durch Windkünste, oder durch das Kunstgezeug bewegt, zu diesem Entzweck im Gang. Ein mäßiger, trockner, besonders warmer Wind befördert die Verdampfung des überflüssigen Wassers der Soole, indem sie tropfenweis von Dorn zu Dorn herabfallend der durchstreichenden Luft ausgesetzt ist; (man läßt meist nur auf der unmittelbar

von Wind beschränkten Fläche der Salze beruht. Deshalb erlaubt man sich das Gradiren stets der am häufigsten beschleunigten Wind zu richten. Ist der Wind zu stark, so weht er die Salze durch die Wand mit fort, so, weshalb bei zu heftigem Wind, eben so wie bei anhaltendem Regen, nicht gradirt werden kann. Nach mehrjährig- gen Erfahrungen kann im Durchschnitt nur an 275 Tagen in Salza bei Schönbeck, an 302 Tagen in Dürenburg gradirt werden, von März bis November; am besten im Mai bis August. Ein beträchtlicher Ver- lust an Salze ist beim Gradiren nicht zu vermeiden. Je nachdem nun die Soole anfanglich beschaffen war, wird zweimal, dreimal oder meh- reremal gradirt, bis die gehörige Concentration erreicht ist, indem man die einmal gradirte Soole auf andere Abtheilungen des Gradirhauses an- legt: zu dem Ende ist dasselbe in mehrere Fächer eingetheilt. Die siede- würdige Soole, 15 bis 20 Meiß, wird in großen Reservoirs heizt. Die Capacität der 9 in Salza bei Schönbeck angelegten Reservoirs für Siede- soole beträgt 2,621.730 pr. Kubikfuß: zum Winter aufbewahrt und durch Röhrenfahrten nach den Salzkothen geleitet. Während des Gra- drens setzt sich ein Theil des in der Soole aufgelösten Gypses an den Dornen ab, und bildet den Dornenstein, welcher eine grau- weisse Inkrustation erzeugt. Auch entweicht Kohlensäure, wodurch ei- was kohlens. Kalk, Eisenoxyd (Kieselerde) sich mit dem Gyps ausschei- den. Sobald der Ueberzug zu stark wird, müssen die Dornen gewechselt werden: der Dornenstein kann als Düngegyps dienen, und wird auf einer Gypsmühle gemahlen. In den Soolbehältern schlägt sich gleichfalls durch Einwirkung des Sauerstoffs der Luft Eisenoxydhydrat nieder.

[Auser der Dornengradirung wendet man auch die Sonnengradirung an, welche jetzt, wenigstens zum Theil mit der erstern verbunden wird, insofern man die Dächer von den Gradirhäusern abgenommen hat.]

Das Versieden geschieht in den Siedehäusern, Salzkothen, Coctur- gebüden, in bald größern, bald kleinern, aus starkem Eisenblech ver- fertigten, flachen, viereckigen Siedepfannen, welche auf Holz-, Stein-, Braunkohlen- und Torffeuerung eingerichtet sind. Ihre Capacität ist sehr verschieden, in Schönbeck sind deren 22, die kleinsten von 400 Quadratfuß, die größte von 1250 Quadratfuß Bodenfläche, siehe Tafel V, Fig. 1. Dieselben befinden sich in eigens dazu gebauten großen Pfannenstuben, um die Abkühlung von Außen abzuhalten, über ihnen ist ein trichterförmig nach oben erweiterter, hölzerner Schwadensfang angebracht, der den Wasserdunst in einen vertikal aufsteigenden Schlott leitet. Die Pfannen sind theils bedeckt, theils nicht bedeckt.

[Die Siedepfannen ruhen auf 4 Umfassungswänden a, b, c, d, Fig. 1, 2, 3 auf Tafel V. des sogenannten Heerds, und auf Rübren e, e, e von feuerse-

sten Steinen, welche innerhalb der Umfassungswände nach verschiedenen Richtungen liegen; die Richtungen dieser Ribben, welche zugleich die Feuerzüge bilden, machen den Heerd entweder zu einem Strahlenheerd, oder zu einem Circularheerd. Fig. 1 stellt einen Strahlenheerd dar, Fig. 2 einen Circularheerd, Fig. 3 kann als ein Mittelding zwischen Strahlen- und Circularheerd betrachtet werden. Sehr lange Pfannen (50 Fufs), und dazu gehörige Trockenräume, können nur durch Strahlenheerde überall gleichförmig durchwärmt werden, bei kürzern Pfannen verdienen Circularheerde den Vorzug. Am vorzüglichsten sind Pfannen von 26 Fufs Länge und 24 F. Breite, und man soll sich von diesen Dimensionen nicht viel entfernen, und den Pfannen höchstens 33 F. Länge und 30 F. Breite geben. Aus der Zeichnung ist zu sehen, daß man immer doppelte Feuerungen, und zwar am vordern Ende, in der Mitte der Breitenrichtung 2 Roste *ff* neben einander legt, und daß die Züge jeder Feuerung unabhängig von einander angeordnet, und deshalb durch eine längs des ganzen Heerds laufende Ribbe *g* geschieden werden. *a, b* sind die Heitzthüren, *i, i* die Oeffnungen, aus welchen die Flamme nach den Trockenräumen, und von dort in den Schornstein geht.

Fig. 1 stellt den Strahlenheerd der Siedepfanne im Heinitskoth zu Schönebeck dar; 50 F. lang, 25 F. breit, 1250 Quadratf. Bodenfläche. — Fig. 2 der Circularheerd einer Siedepfanne zu Colberg, auf Holzfeuerung eingerichtet, 27½ F. lang, 24 F. breit; die Feuerhöhen sind an den verschiedenen Stellen der Zeichnung durch Zahlen angedeutet; vorn über dem Rost beträgt sie 24 Zoll, hinten 25 Z. — Fig. 3 stellt den Heerd der Pfanne No. 1 im Probekoth zu Schönebeck dar.]

Man füllt die Pfannen mit siedewürdiger Soole, die im Reservoir sich schon möglichst abgeklärt hat, und bringt dieselbe zum Aufwallen, schlägt allmählig immer mehr Soole nach, im Verhältniß dieselbe durchs Verdampfen sich vermindert, bis sie die höchste Concentration erlangt hat, gaar ist, was sich durchs Erscheinen kleiner Krystalle an der Oberfläche ankündigt, und genug vorhanden, um eine bestimmte Menge Salz zu liefern. Während diesem Aufwallen und Sieden scheidet sich, indem die in der Soole enthaltne Kohlensäure entweicht, kohlensaurer Kalk, Gyps, Eisenoxyd aus, welche theils einen schmutzigen Schaum bilden, welcher abgeschäumt wird, theils einen Niederschlag, *schlot*, in der Pfanne, welchen man zusammenkrückt und herausschafft. Dieser Abschnitt in der Siedearbeit, vom ersten Kochen an, heisst das Stören der Pfanne, das Stören der Soole, *schlotage*. Nun läßt man das heftige Feuer sich langsam mäßigen, um die gaare Soole zum Krystallisiren, Soggen, *socage*, zu bringen und dabei zu erhalten. Während die Wasserdämpfe die sich stets bildenden Salzhäutchen an der Oberfläche durchbrechen, fallen die Salzkryrstalle nieder; die Mutterlauge wird allmählig

specif. schwerer, daher muß die Wärme wieder langsam werden, um das Ausscheiden zu erleichtern.

In hiesigen Orten hat man eigne Störpfannen und Soggepfannen, auch Irmepfannen; aus letztern wird die Soole in die Störpfannen, und, wenn sie die Gaare hat, in die Soggepfannen übergeführt, indem man letztere tiefer legt als erstere, und beide durch Röhren in Verbindung setzt. Manipulation, die Hitzegrade sind verschieden, ob man grobkörnig- oder feinkörniges Salz gewinnen will. Je heftiger das Feuer, desto gröbkörniger, je mäßiger desto grobkörniger fällt das Salz. — Anwendung der heißen Dämpfe, welche beim Sieden sich erzeugen, um die Pfannen vorzuwärmen, welche in einer Pfanne über der Siedepfanne sich befindet. Anwendung heißer trockner Luft, um das Verdampfen der Feuchtigkeit zu befördern. Man leitet nämlich die Flamme und die Luft über der Siedepfanne hin, so daß nicht bloß von unten der Pfannenboden, sondern auch die Oberfläche der Soole geheizt wird. — Aschenpfannen, wie z. B. in Dürrenberg, wo man die glühende Erdkohlenasche für einige Pfannen benutzt, in denen jährlich an 100 Centner Salz producirt werden.]

Was beim Soggen auf dem Boden der Pfanne sich sammelnde Soole wird mit langen Krücken an die Pfannenborde gezogen, mit Schaupitze Körbe gefüllt, welche an den Borden in Lattenrahmen gesetzt sind; die dem Salz anhängende Soole tröpfelt in die Pfanne.

Hierauf wird das Salz in den Körben in eigne Trockenstuben gebracht, wo die Körbe in Gerüsten aufgestellt, oder das Salz auf dem Boden ausgebreitet wird, welche auf ähnlichen Gerüsten sich befinden.

Diese Trockenstuben sind unmittelbar neben den Pfannenstuben, werden durch die Feuerung der Pfannen geheizt, indem der heiße Dampf durch zweckmäßig angebrachte Kanäle aus guten Wärmeleitern in die Trockenstuben geleitet wird. Kanäle in der Decke dienen zum Abzug der Wasserdämpfe; die Temperatur in diesen Lokalen ist ungefähr 60°. Sobald das Salz gehörig trocken ist, wird es im Magazin verpackt aufgespeichert.

Tagsalz, dasjenige Salz, welches auf einigen Salinen vom Sonntag bis Montag in den Soggepfannen durch langsame Krystallisation entsteht, körnigen Krystallen anschießt. — Gelbes, graues, rothes Salz, verschiedentlich verunreinigtes Salz, welches zu verschiedenen Nebenproducten sind; wird in der Technik und Oekonomie verwendet. — Schlamm aus den Siedepfannen, seine Bestandtheile siehe oben. Auf 100 Lasten weißes Salz erhält man 150 Kubikfuß Schlamm in Schönebeck.]

Salpinnenstein, *écaille*, *scale*, setzt sich aus der Soole nach und nach an den Boden und Seitenwänden der Siedepfannen fest an, und

wird von Zeit zu Zeit langbrechen; er besteht hauptsächlich aus schwefels. Kalk, schwefels. Natron mit beigem Salz. Man gewinnt aus ihm hauptsächlich das schwefels. Natron. — Salzmutterlauge, Bitterlauge, bleibt übrig, wenn möglichst alles Salz krystallisiert ist gelblich, dicklich, (specif. Gewicht 1,28 bis 28), von bitterem Geschmack, enthält: schwefels. Natron, Magnesia, Chlormagnesium, Chlorkalium, schwefels. Kali, (Jodnatrium, Bromnatrium). Man benutzt sie: 1) zur Gewinnung von schwefels. Natron, Magnesia, und dabei 3) von Salzsäure, siehe oben S. 282, 5) zur Gewinnung bei der Bearbeitung auf schwefels. Natron, 6) auf Chlorkalium, 7) auf schwefels. Kali, 8) Brom. Sie wird in hölzernen Sömpen in der schönbecker Soolen gefunden sich in einer Menge, die von 20000 Last Salz nöthig war, im Jahr 1796 ungefähr 35000 Last Glaubersalz, jetzt aber an 38000 Centner! Die Mutterlauge jährlich 35000 Kubikfuß. Wird dieselbe über die Hälfte so schießt mit Glaubersalz verunreinigtes Kochsalz an; Abdampfen und Krystallisiren alle Kalisalze, so auch Chlormagnesium, Chlorcalcium bleiben allein übrig.

[Sehr reiche Soolen finden sich in Deutschland, außer der Tabelle angegebenen preussischen zu Halle und Stalburg 25 löthig, Reichenhall 23 l., Offenau, Wimpfen, Penau, Dürrheim 24 bis 26 l.]

Das Kochsalz krystallisirt in farblosen Würfeln, so wie in Wieliczka, Ischl, Hallein, das Soolensalz bildet dagegen trichterartige, 4seitige Pyramiden, auch wohl treppenförmig von kleinen Würfeln erzeugt, specif. Gewicht 2,12. Es schmeckt rein salzig, wird an der Luft weder feucht noch (das Steinsalz, Seesalz, auch meist das Salinensalz, wird feucht, weil es einen kleinen Hinterhalt an Chlormagnesium hält), verknistert im Feuer, indem es die eingemengte Feuchtigkeit verflüchtigt sich in hohen Hitzgraden, wie die Steinzeug, Steingut, beweist, löst sich sowohl im kalten Wasser gleich viel auf, $2\frac{1}{7}$ nach Bergman, 2,7 nach Berzelius, erzeugt dabei nur geringe Kälte im Vergleich mit Chlorwasserigem Weingeist, nicht in absolutem Alkohol. Es enthält 60 Natr. und 60 Chlor. Im Winter schießt aus gesättigter Soolen ein Hydrat in tafelförmigen Krystallen an, welche leicht

chen Salinen 28.

ezeichneten sind landesh

Zu Seite 352.

Ergiebigkeit in der Minute. Kubikf.	Gefördk- nach lles Durchen K. H.	B e m e r k u n g.
30	21	[Die Produktion an weißem Salz war im Jahr 1825 im ganzen Staat 36628,8 Lasten; im Jahr 1828 41967,65 Lasten; an gelben Salz wurden 183,5, an grauen und schwarzen 470,3, an Düngesalz 5,3 Lasten und 41925 Schef- fel, an Chlorkalium 300 Centner pro- ducirt. Zu obigem Quantum von wei- ßem Salz lieferten die Salinen Oberbergamts - Distrikt. Lasten. im brandenburg.-preussisch. 1534 » niedersächs.-thüringsch.. 29869,1 » westphälischen..... 5983,35 » rheinischen..... 4581,2 <u>Summa 41967,65</u> oder 1526096½ Centner Salz. Im
6 2,66	27	
»	58	
gegen 5		
»		
25		
»		
»		
»		
2,08		

*) K. A. I. B. u H. Bd. II. S. 263. **) D. p. I. Bd. 32. S. 190.

Prüfung eines Gemengs von Chlornatrium u. Chlorkalium. 353

h *Fuchs* 47,9% Wasser, nach *Mitscherlich* 38% W. enthalten. Das Chlorsalz wird in der Hitze in Berührung mit Kieselerde, Thonerde halben Massen zersetzt, (siehe oben bei der Salzsäure Seite 208), indem ein salzsaures Gas entbindet, und das Natrium sich zu Natron oxydirt und mit der Kieselerde und Thonerde verbindet.

Das gewöhnliche Coctursalz ist nie rein, es enthält meist etwas schwefels. Kalk, Magnesia, Chlorcalcium und Chlormagnesium; man kann es ziemlich reinigen durchs Auflösen in destillirtem Wasser, Filtriren und langsames Abdunsten, Krystallisiren; auch durchs Glühen, wodurch das Chlormagnesium zersetzt wird, kann es etwas gereinigt werden, vollständiger durch einen Zusatz von kohlens. Natron zur Auflösung, wodurch kohlens. Kalk und Magnesia niedergeschlagen werden; darauf wird filtrirt und krystallisirt. — Eine sehr vollständige Tabelle über das specifische Gewicht der Soolen bei 15° R., Gehalt an Salz nach Graden, Procenten, Pfunden in 1 Kubikfuß, Gefrier- und Siedepunkt, Verdunstungsverhältniß hat *Bischoff**) geliefert. Merkwürdig ist die Zersetzung, welche in concentrirten Soolen unter 0° stattfindet; es bilden sich aus der schwefels. Magnesia und dem Kochsalz, schwefels. Natron und Chlormagnesium, wodurch dann solche gefrorne Soolen weniger Kochsalz geben, und mehr zerfließliche Salze in der Mutterlauge. Schwächere Soolen leiden durchs Gefrieren nicht auf diese Art.

Da ein beträchtlicher Unterschied in der Kälte erregender Eigenschaft des Chlorkaliums und des Chlornatriums beim Auflösen in Wasser obwaltet, — 50 Gr. Chlorkalium in 200 Gr. Wasser gelöst bringen eine Temperaturerniedrigung von 11,4°, eben so viel Kochsalz nur von 1,9° hervor, — so hat *Gay-Lussac***) dieses Verhältniß benutzt, um ein Gemeng beider Salze quantitativ zu untersuchen. Das zu prüfende Gemeng beider Chlorverbindungen trocknet man, wiegt 50 Gr. davon ab, setzt sie in ein Glas mit 200 Gr. destillirten Wasser, dessen Temperatur auf $\frac{1}{10}$ Grade bekannt ist, und beobachtet die Temperaturabnahme. Die Differenz der Temperaturen giebt mittelst beifolgender Tabelle den Gehalt an Chlorkalium in Procenten an; das Complement zu 100 ist die Zahl der Kochsalzprocente.

Temperaturverminderung	Chlorkalium	Temperaturverminderung	Chlorkalium	Temperaturverminderung	Chlorkalium
1,9°	0,00	2,5°	6,31	3,1°	12,63
2,0	1,05	2,6	7,37	3,2	13,68
2,1	2,10	2,7	8,42	3,3	14,74
2,2	3,16	2,8	9,47	3,4	15,79
2,3	4,21	2,9	10,53	3,5	16,84
2,4	5,26	3,0	11,58	3,6	17,89

*) K. A. f. B. u. H. Bd. 11. S. 263. **) D. p. I. Bd. 32. S. 190.

354 Prüfung eines Gemengs v. Chlornatr. u. Chlorkal., Jodn

Tempera- turvermin- derung	Chlorka- lium	Tempera- turvermin- derung	Chlorka- lium	Tempera- turvermin- derung	Chl
3,7	18,95	6,3	46,31	8,9	
3,8	20,00	6,4	47,37	9,0	
3,9	21,05	6,5	48,42	9,1	
4,0	22,10	6,6	49,47	9,2	
4,1	23,16	6,7	50,53	9,3	
4,2	24,21	6,8	51,58	9,4	
4,3	25,26	6,9	52,63	9,5	
4,4	26,31	7,0	53,68	9,6	
4,5	27,37	7,1	54,74	9,7	
4,6	28,42	7,2	55,79	9,8	
4,7	29,47	7,3	56,84	9,9	
4,8	30,53	7,4	57,89	10,0	
4,9	31,58	7,5	58,95	10,1	
5,0	32,63	7,6	60,00	10,2	
5,1	33,68	7,7	61,05	10,3	
5,2	34,74	7,8	62,10	10,4	
5,3	35,79	7,9	63,16	10,5	
5,4	36,84	8,0	64,21	10,6	
5,5	37,89	8,1	65,26	10,7	
5,6	38,95	8,2	66,31	10,8	
5,7	40,00	8,3	67,37	10,9	
5,8	41,05	8,4	68,42	11,0	
5,9	42,10	8,5	69,47	11,1	
6,0	43,16	8,6	70,53	11,2	
6,1	44,21	8,7	71,58	11,3	
6,2	45,26	8,8	72,63	11,4	1

Außer dem, daß das Salz in der Haushaltung zur Bereitu-
Speisen, zum Einsalzen von Fischen, Einpöckeln von Fleisch ange-
wird, verbraucht man es noch zur Fabrikation der Salzsäure, de-
bersalzes, Salmiaks, zur Amalgamation silberhaltiger Erze, zur
irdner Waaren, zur Chlorbereitung, in der Lohgerberei zum Sc-
der Häute, in der Weißgerberei, Seifensiederei, Landwirthscha

[Jodnatrium, *Jodure de Sodium*, *Jodide of S.*, hydriod
Natron, *Hydriodate de Soude*, *H. of Soda*, findet sich in de
gräsern, (Fucus-, Ulvaarten), die am Meeresstrand wachsen, aus
man die Varec- oder Kelpsoda verfertigt, daher auch in der au-
gefertigten Soda, im Steinsalz, den Salzsoolen, dem Meerwasser
Darstellung desselben ist völlig der beim Jodkalium gleich (verg
306). Es krystallisirt in geschobnen 4seitigen, gestreiften Säule
sich schon in $\frac{3}{4}$ kalten Wasser, auch in Weingeist auf, zerfließt
besteht aus: 15,56 Natr. und 84,44 Jod, oder aus 19,72 Natr.
80,28 Hydriods., giebt ein Hydrat, welches 20,23 Wasser enthält
bedient sich desselben zu gleichen Zwecken, als des Jodkalium
Bromnatrium, wie Bromkalium, enthält 26,37 Hydratwa

Cyannatrium, Cyanure de Sodium, Cyanide of S., blausaures Natron, Hydrocyanate, Prussiate de Soude, H. or Pr. of Soda, wird nach Analogie mit dem Cyankalium dargestellt, (vergleiche Seite 306) verhält sich ganz ähnlich, besteht aus: 39,68 Natr., 44,09 Cyan und 16,23 W. — **Fluornatrium, Fluorure de Sodium, Fluoride of S., flusssaures Natron, Hydrofluat de Soude, H. of Soda,** bildet farblose, durchsichtige Würfel, Oktaëder, löst sich leicht in Wasser, nicht in Alkohol auf, besteht aus: 57,35 Natrium und 42,65 Fluor, kommt mit Fluoraluminium im Kryolith vor. — **Fluornatrium + Flusssäure, saures flusssaures Natron,** bildet Rhomboëder, schmeckt scharf, sauer, löst sich leicht in Wasser auf.]

Kohlensaures Natron, (nach der ältern Benennungsweise basisch, nach der neuern neutral), **Souscarbonate, Carbonate de Soude, C. of Soda, Sodasalz, Sel de Soude, Soda-salt,** findet sich in einigen Mineralquellen aufgelöst, z. B. im Karlsbader Wasser, in größerer Menge in den heißen vulkanischen Quellen auf Island, im Geyser; es wittert auch nicht selten in zarten Nadeln aus feuchten Mauern aus, von einer Zersetzung des Kochsalzes durch den Kalk des Mörtels herrührend. Die Darstellung des neutralen kohlensauren Natrons findet im Großen auf verschiedene Weise statt.

1) Aus Strandgewächsen, und zwar: a) aus den Salzpflanzen, welche an den Küsten des Mittelmeers, des kaspischen Meers, des atlantischen Oceans wachsen; b) aus verschiedenen Tangarten.

a) Man sammelt die Salzpflanzen während der Ebbe im Sommer ein, trocknet sie bei heiterm Wetter, so daß sie möglichst dürr werden, wobei man dieselben vor dem Regen wohl bewahren muß, und verbrennt sie dann in Gruben von 3 Fuß Tiefe, 4 Fuß Weite, in festen trocknen Boden gegraben. Man zündet zuerst Reifsholz an, wirft die trocknen Pflanzen in kleinen Portionen darauf, unterhält das Verbrennen mehrere Tage lang, bis sich eine beträchtliche Menge Asche gesammelt hat, wobei man sorgfältig den Wind abhält. Durch die fortwährende Gluth kommt die Asche in Fluß, stößt unter wallender Bewegung Flammen aus, welche theils von Kohlenoxydgas, theils von Natrium herzurühren scheinen. Nach beendeter Arbeit wird die feste, harte Masse aus den Gruben losgebrochen, und in Fässer verpackt; man nennt sie **Soda, Soude, Soda.** Die beste kommt aus Spanien, wird aus der **Sasola Soda** bereitet, welche cultivirt wird; sie führt den Namen **Barilla, barille,** von Alicante, Malaga, Carthagena; dieselbe enthält 25 bis 30% trocknes kohlen. Natron, hat ein schlackenartiges Ansehn, ist dunkel-ashgrau von Farbe, fest, derb.

[Die beste Sorte von Alicante nennt man in Frankreich **Barille, Soude**

douce, sie ist gleichförmig gut geschmolzen; die zweite Sorte *barille*, *soude melangée*, dunkler in Farbe, nicht so fest und derb als erste, enthält viele Poren; dritte Sorte, *bourde*, aus allerlei Salzpflanzen bereitet, enthält Kohlenstückchen in sich. Die Soda von Carthagena stellt sich zwischen die zweite und dritte von Alicante.]

Im südlichen Frankreich fabricirt man verschiedene Sorten Soda, als in der Gegend von Narbonne das *Salicor*, von der *Salicornia annua*, welche man aussäet, und nach der Saamenentwicklung einsammelt, sie enthält 14 bis 15% kohlen. Natron; zwischen Aigues-mortes und Frontignan die *blanquette*, aus den wild wachsenden Salzpflanzen, *Salicornia europaea*, *Salsola Varea*, *S. Tragus*, *S. Kali*, *Atriplex portulacoides*, *Statice Limonium*; sie enthält nur 3 bis 8% kohlen. Natron. — Auch an den Küsten des kaspischen Meers in der Gegend von Astrachan, in Sicilien, Syrien, Aegypten (genannt *Rocketta*), bereitet man Soda. Die in England aus verschiedenen Salsolaarten, *sea-weed*, *sea wrack*, bereitete Soda führt den Namen *Kelp*, sie wird in gemauerten, in Gruben angelegten Brennöfen dargestellt. Dieselbe ist aber von sehr geringem Gehalt an kohlen. Natron, 2 bis höchstens 5%. Sie wird in Irland, Schottland, auf den Orkneyinseln gewonnen.

Die Bestandtheile dieser Sodasorten sind: kohlen. und schwefels. Natron, Schwefelnatrium, unterschwefl. und schwefl. Natron, Chlornatrium, (Cyannatrium,) kohlen. Kalk, Schwefelcalcium, kohlen. Magnesia, Schwefeleisen, Kiesel-, Thonerde, phosphor. Kalk und Magnesia, auch wohl schwefels. Kali und Chlorkalium.

b) Die verschiedenen Tangarten wachsen am Meeresgestade an Stellen, die nur zur Zeit bedeutend niedriger Ebben zugänglich werden; sie setzen sich fest an die Felsgesteine an, und wachsen dort in großer Menge an den Küsten des atlantischen Oceans. Das Einsammeln, Trocknen, Verbrennen geschieht ganz auf ähnliche Art, wie so eben angegeben worden ist. Man verfertigt in der Normandie aus ihnen die *Warecksoda*, *Wareck*, *soude de Normandie*; dieselbe enthält fast gar kein kohlen. Natron, dagegen viel schwefels. Natron, Kali, unterschwefl. Kali, Chlornatrium, Chlorkalium, Jodkalium. (Ueber die Gewinnung des Jods aus dieser Soda ist bereits oben beim Jod, Seite 219, die Rede gewesen.)

[Ist das kohlen. Natron in den Pflanzen gebildet vorhanden? Das Natron wird in der Pflanze selbst durch eine eigne organische Zersetzungsthätigkeit aus dem Kochsalz entwickelt, und steht nach *Vauquelin* größtentheils mit Sauerkieselsäure in Verbindung, zum kleinern Theil scheint aus dem schwefels. Natron vermittelt des kohlen. Kalks und der Kohle sich kohlen. Natron zu erzeugen. Aus den Sodaarten kann man das kohlen. Natron durchs Aufweichen mit Wasser, Auflösen, Abdampfen

und Krystallisiren darstellen, man nennt es daher Sodasalz, *Sel de Soude*, *Soda salt*. Da jedoch die fremden Soden, aus den Strandgewächsen bereitet, durch die künstliche Soda der chemischen Fabriken fast gänzlich vom Markt gewiesen sind, so möchte solch eine Reinigung nicht wohl mehr bei uns vorkommen.]

2) Schon im vorigen Jahrhundert hat man Versuche gemacht, kohlens. Natron aus Natronsalzen chemisch darzustellen. Man versuchte es sowohl unmittelbar aus Kochsalz, als auch aus Glaubersalz, (schwefels. Natron) zu gewinnen.

[Man zerlegte Kochsalz: a) mit kohlensaurem Kali; man löste beide Salze auf, dampfte ab und liefs krystallisiren, wobei Chlorkalium zuerst anschofs, darauf in der Kälte kohlens. Natron, welches aber sowohl durch kohlens. Kali, als auch durch Kochsalz verunreinigt ist. Wegen des hohen Preises der Pottasche ist dieser Prozeß nicht wohl ausführbar. — b) Mittelst gebranntem Kalk: man vermengte Kalkhydrat mit einer conc. Salzauflösung, formte hieraus flache Steine, legte sie in Keller. Allmählig erfolgt eine Zersetzung des Salzes, es bildet sich Chlorcalcium, welches Wasser anzieht, und Natron wird entwickelt, welches aus der Luft Kohlensäure aufnimmt, und als kohlens. Natron auswittert; *Scheele*. Es geht zu langsam, und die Zersetzung ist nicht vollständig genug. Hieraus erklärt sich auch das Auswittern von kohlens. Natron aus alten Mauern. — c) Auch mittelst (Bleioxyd,) Bleiglätte, hat man das Kochsalz auf Natron zerlegt; man macht von 1 Theil gesiebter Glätte, $\frac{1}{2}$ Theil Kochsalz und 1 Theil Wasser einen Brei, welchen man ein Paar Tage lang stehen läßt. Das Chlor tritt ans Blei, bildet basisches Chlorblei, der Sauerstoff des Oxyds ans Natrium, Natron erzeugend, welches sich im Wasser auflöst, und an der Luft allmählig kohlensauer wird. *Chaptal*. — Diese Methode ist wegen des theuren Bleioxyds, und weil das als Nebenproduct gewonnene Chlorblei technisch nicht vortheilhaft benutzt werden kann, nicht wohl ausführbar.

Aus dem Glaubersalz hat man kohlens. Natron dargestellt, a) mittelst kohlens. Kali, nach *Hagen's* Angabe 1768; man löst 8 Theile schwefels. Natron, $3\frac{1}{2}$ Theile gereinigte Pottasche in Wasser auf, und läßt krystallisiren, wobei zuerst schwefels. Kali, dann kohlens. Natron, aber unrein anschiefsen. Aus den bereits angegebenen Gründen unpraktisch.]

b) Die Darstellung des kohlens. Natrons aus Glaubersalz mittelst kohlens. Kalk und Kohle wurde in Frankreich von *Leblanc* und *Dizé* zuerst im Großen ausgeführt, welche ein Patent nahmen, *D'Arcet* und *Anfrye* haben das Verfahren verbessert. Man vermengt 180 Theile waserleeres Glaubersalz, eben so viel fein gepulverten kohlens. Kalk, (Kreide,) 100 Kohlenstaub (von Holz- oder Steinkohlen) sorgfältig mit einander, trägt die Masse in einen Calcinirofen (Platte V. Fig. 9) und giebt mittelst Steinkohlen Glühfeuer, welches eine mäfsige Rothglühhitze nicht

358 Soda künstliche, Darstellung u. Eigenschaften derselben.

übersteigen darf; alle Viertelstunden wird die Masse umgewendet. Nach einiger Zeit wird sie dickflüssig, teigartig; in diesem Zustand wird sie aus dem Ofen genommen, und entweder im rohen Zustand als künstliche rohe Soda, *Soude artificielle, S. brute*, verkauft, oder, was gewöhnlicher geschieht, gereinigt. Aus obigen Mengen (460 Theile) erhält man 275 Theile Soda, welche 60% krystallisirtes kohlens. Natron giebt. (Man hat auch gebrannten Kalk statt Kreide angewendet.)

[Fig. 9 Tafel V. stellt einen Sodaofen im Längenprofil dar; *a* die Roststäbe, *b* Rostbalken, *c* Aschenfall, *d* Zugöffnung, *e* Heitzthür, *f* Feuerbrücke, *g* Thür zum Einsetzen der Materialien, *h* Herd, *i* eiserne Platte zum Auflager des Gewölbes, *k* Fuchs, *l* Schornstein, *m* Schieber zum Ermäßigen und Schliessen des Zugs, er läuft in einer eisernen oder steinernen Zarge; *n* Thür zum Umrühren der Soda, *o* Rolle zum Auflager der Krücke bei dieser Operation; *p* Platten zum Zusammenhalten des Mauerwerks, *q* Anker durch dieselben, von außen gegen die Platten *p* versplintet.]

Die graue feste Masse besteht aus: ätzendem und kohlens. Natron, Schwefelcalcium, Schwefelnatrium, unterschwefligs. Natron, etwas unzersetzt Glaubersalz, Kalk, Kohle. Es wird nämlich die Schwefelsäure durch die Kohle in der Glühhitze zersetzt, so wie auch ein Theil des Kalks, es bildet sich Kohlensäure, welche aus Natron tritt, Kohlenoxydgas und Schwefelcalcium. Soll die rohe Soda gereinigt werden, so wird sie durchs Uebergießen mit Wasser heiss abgeschreckt, wodurch sie in Stücke zerfällt, auf Mühlen mit vertikalen Läufern gemahlen, in Laugefässern mit kaltem Wasser aufgeweicht, ausgelaugt, (heisses Wasser darf nicht angewendet werden, wegen eintretender Zersetzung des kohlens. Natrons und Schwefelcalciums in Schwefelnatrium und kohlens. Kalk.) Die klare Lauge wird dann abgedampft und krystallisirt, die Krystalle durchs Umkristallisiren gereinigt. Man hat auch wohl die zur Trockne abgedampfte Salzmasse in den Handel gebracht.

[Man hat auch vorgeschlagen, künstliche Soda mittelst holzessigsauren Kalks und schwefels. Natrons zu bereiten, indem sich dadurch holzessigs. Natron und schwefels. Kalk bilden. Die heisse Auflösung lässt man sich klären, wodurch sich Gyps abscheidet, dunstet darauf die klare Lauge, welche das holzessigs. Natron enthält, zur Trockne ein, und glüht; hierdurch wird der Holzessig zerstört und Kohlensäure gebildet. — Diese Darstellungsweise fällt nicht wohlfeil genug aus.]

Prüfung der verschiedenen natürlichen und künstlichen Sodasorten zum Behuf technischer Anwendungen. Ich beziehe mich hierbei auf das bei dem Artikel „Pottasche“ Seite 313 hierüber weitläufig erörterte,

man bedient sich desselben Verfahrens. Prüft man rohe Sodasorten, so müssen sie in einem eisernen Mörser aufs feinste zerstoßen und zerrieben werden, man siebt das Pulver, wiegt die vorschriftsmässige Menge ab, und übergießt dieselbe mit Wasser zu drei verschiedenen Malen, indem man das feine Pulver mit dem Wasser wohl anrührt. Hierauf wird die Auflösung eine zeitlang hingestellt, filtrirt und die Probesäure zugesetzt, worauf man die alkalimetrischen Grade, Procente, nach *Descroizilles* erhält.

Alikantische Soda	20 bis 33°	Künstl. rohe Soda aus	
Natürl. kohlens. Natron		guten Fabriken . . .	27 bis 32°
aus Aegypten	20 — 33°	Krystall.kohlens.Natron	30 — 36°
Künstl. rohe Soda	10 — 38°	Sodasalz	45 — 50°

Will man den absoluten Gehalt wissen, so muß man 157 Gran conc. Schwefelsäure mit so viel Wasser verdünnen, daß 100 Grad des Instruments damit genau erfüllt werden, denn 100 Theile reinstes Natron neutralisiren, 157 Theile conc. Schwefelsäure.

[Bei der Prüfung der Sodaarten treten manche Schwierigkeiten in den Weg, die bei der Pottasche nicht vorhanden sind. Die Soda enthält nämlich schweflig- und unterschwefligs. Natron, Schwefelnatrium; wird die Probesäure zugesetzt, so wird nicht allein das an Kohlensäure gebundene Natron neutralisirt, sondern auch das mit der unterschwefligen und schwefligen Säure vereinte Natron, und das aus dem Schwefelnatrium sich erzeugende. Dadurch erscheint die Soda reichhaltiger an kohlens. Natron, als sie in der That nicht ist. Hiergegen haben *Gay-Lussac* und *Welter* folgendes Mittel in Anwendung gebracht; sie lassen zur gemachten Auflösung etwas chlors. Kali setzen, zur Trockne abdampfen und glühen, wieder auflösen, und nun die gewöhnliche Prüfung anstellen. Durch das Glühen mit dem chlors. Kali ist die schweflige Säure und der Schwefel in Schwefelsäure verwandelt worden, welche mit dem Natron ein durch Zusatz von Probesäure nicht zersetzbares Salz bildet. Macht man nun einen Versuch mit einem so behandelten Sodasalz, so erhält man weniger Procente Natron, als ohne dem; war blos schweflige Säure in der Soda, so braucht man nur die gefundene Differenz zu verdoppeln, so hat man die mit ihr in Verbindung stehende Menge Natron; war es Schwefel, so ist die erhaltne Differenz die Anzeige der aus dem Schwefelnatrium sich entwickelnden Menge Natron.]

Das reine kohlens. Natron krystallisirt mit $62\frac{1}{2}\%$ Wasser verbunden in farblosen, durchsichtigen Rhombenoktaëdern, mit $57,4\%$ in rechtwinklich 4seitigen Säulen, mit $45,75\%$, aus einer concentr. Auflösung bei 30° , in 4seitigen Tafeln, schmeckt und reagirt alkalisch, löst sich in 2 Theilen kalten, 1 Theil kochenden Wasser auf. Es schmilzt leicht beim Erhitzen in seinem vielen gebundnen Wasser, das wasserfreie Salz

schmilzt im Feuer leichter, als das kohlen. Kali (daher auch Natronglas bei geringerem Feuer dargestellt werden kann, als Kaliglas), verwittert an der Luft schnell, zerfällt; das mit 57,4% Wasser verbundene verwittert nicht, man erhält es, wenn man das erstere gelind schmelzt, und das Geschmolzene vom Ungeschmolzenen abgiefst, abdampft und krystallisirt. Das wasserleere besteht aus: 58,57 Natron und 41,43 Kohlensäure.

Anwendung. Die natürlichen Sodasorten braucht man, die besten zum Seifesieden, die schlechtern, welche sehr wenig kohlen. Natron enthalten, zur Glasfabrikation; das Sodasalz zu denselben Zwecken, auch in der Färberei, Kattundruckerei, Medicin, Darstellung chemischer Präparate.

Anderthalb kohlenaures Natron, *Sesquicarbonate de Soude*, *S. of Soda*, (natürliches Natron, *Natron*) kommt in der Natur vor, besonders in Aegypten, Ungarn, Amerika. In Aegypten im Westen des Delta, in der Makariuswüste, liegen mehrere Natronseen, deren Boden aus Kalkstein besteht; das Wasser enthält anderthalb kohlen., schwefel. Natron und Chlornatrium. Während des heißen Sommers verdunstet das Wasser dieser Seen, hinterläßt eine dichte Decke von Natronsalz, welches man losbricht. Nach *Laugier* enthält dasselbe 22,44 kohlen. Natron, 18,35 schwefel. Natron, 38,64 Chlornatrium, 14,0 Wasser, 6,0 unlösliche Theile. In der Nähe von Fessan in der Provinz Sahara im nördlichen Afrika findet man dasselbe in krystallinischen Massen, mit Glaubersalz vermischt, man nennt es *Trona*. *Klaproth* fand darin 25 Glaubersalz. *Laugier* untersuchte ein aus dem nördlichen Afrika abstammendes Natron und fand 65,75 kohlen. Natron, 7,65 schwefel. Natron, 2,63 Chlornatrium, 24,0 Wasser, 1,0 unlösliche Substanz. Auch in der Gegend von Smyrna, in der Tatarei, Hindostan, Sibirien; in Ungarn zwischen Debreczin und Großwardein sind mehrere Natronseen, auf deren Bette man, wenn das Wasser im Sommer verdunstet, das weiße Salz, Szeksó, in Masse sammelt. In Mexiko giebt es mehrere Natronseen, zumal nördlich von Zacatecas, auch in mehreren andern Provinzen; in Südamerika bei Columbia, 48 engl. Meilen von Merida, *Urao* genannt. — Das ägyptische und ungarische Natron kommt im Handel vor, in grauweißen Stücken, auch anders gefärbt.

Künstlich kann man anderthalb kohlen. Natron dadurch erhalten, daß man doppelt kohlen. Natron mit Wasser kocht, wobei dieses $\frac{1}{2}$ Kohlensäure abgiebt. Es krystallisirt in ungleichschenkligen 4seitigen Pyramiden (hemiprismatisches Natron Mohs), schmeckt alkalisch, verwittert nicht, löst sich leicht in Wasser auf, besteht aus: 37,93 Natron,

4 Kohlens., 21,83 W. Man wendet es zu denselben Zwecken an, die Sodasorten.

Doppelt kohlensaures Natron, *Bicarbonate de Soude, B. of Soda*, kommt in der Natur nicht vor; man bereitet es auf eine gleiche Weise, wie das doppelt kohlens. Kali (siehe bei diesem). Es krystallisirt in farblosen, geschobnen 4seitigen Tafeln, schmeckt nur noch wenig alkalisch, reagirt sehr schwach alkalisch, löst sich in 13 Theilen kalten Wasser auf, und wird durch Kochen in das vorige Salz, unter Entweichen von $\frac{1}{2}$ Kohlensäure, verwandelt; es besteht aus: 37,00 Natr., 52,35 Kohlens. und 10,65 W. Man gebraucht es in der Medicin, zur Darstellung künstlicher Mineralwasser, auch zur Bereitung des reinen kohlens. Natrons durch Glühen.

Schwefligsaures Natron, *Sulfite de Soude, S. of Soda*, kommt in der Natur nicht vor, man erhält es durch Hinzufügen von Natron zum doppelt schwefligs. Natron. Es krystallisirt in farblosen Säulen, schmeckt nach schwefliger Säure, reagirt alkalisch, löst sich in 4 Theilen kalten, in weniger als gleichen Theilen kochenden Wasser auf, oxydirt sich an der Luft zu schwefels. Natron, und verwittert daher. Es besteht aus 49,35 Natr. und 50,65 schweflig. S.]

Doppelt schwefligsaures Natron, *Bisulfate de Soude, B. of Soda*, erhält man dadurch, daß durch eine Auflösung von kohlens. Natron in einem Woulfschen Flaschenapparat schwefligs. Gas geleitet wird. Es krystallisirt, röthet Lackmuspapier, verwandelt sich an der Luft in doppelt schwefels. Natron, und besteht aus, 30,52 Natr. und 69,48 schweflig. S. Man bedient sich desselben zum Bleichen der abgeflechte und verwandter Gegenstände.

Schwefelsaures Natron, *Sulfate de Soude, S. of Soda*, Glaubersalz, *Sel de Glauber, Glauber's salt*, findet sich in der Natur in allen 3 Naturreichen. Man findet es in einigen Ländern aus dem Boden auswitternd, (Thénardit in Spanien enthält 99,78 wasserleeres Glaubersalz und 0,22 kohlens. Natron), aus alten Mauern, alten Grubenböden, meist aus Gyps und Kochsalz entstehend, auch wohl aus Eisensalz und schwefels. Eisen. In vielen Mineralwassern findet sich Glaubersalz aufgelöst, als im Karlsbader, Pülnaer, Seidschützer Wasser, in steinigen Seen in Rußland, Frankreich, Ungarn etc.; mit schwefels. Kalk verbunden als Glauberit, im Pfannenstein der Salinen. Im Pflanzen- und Thierreich kommt es auch vor, so findet man es z. B. in der Soda. Man gewinnt es hauptsächlich 1) aus der Mutterlauge und dem Pfannenstein der Salinen; letzter wird zerschlagen, mit heißen Wasser ausgewaschen, die Flüssigkeit durch Absetzen geklärt, und zum Krystallisiren abgedampft. Die Mutterlauge der Salinen enthält Glaubersalz, etwas

362 Schwefels. Natron, Darstell. u. Eigenschaften desselb.

schwefels. Magnesia, Chlormagnesium, Chlornatrium etc.; wird sie vorsichtig abgedampft, so schießt noch Kochsalz an, sodann in der Kälte Glaubersalz, und zwar theils das in der Mutterlauge gebildet vorhandne, theils das in der Kälte durchs Zersetzen des Chlornatriums und schwefels. Magnesia entstandne. 2) Durch unmittelbare Zersetzung des Kochsalzes (See-Steinsalzes) vermittelt Schwefelsäure, wobei Salzsäure gewonnen wird; siehe bei dieser Seite 208. Das gewonnene Salz wird dann in Wasser gelöst, abgedampft, wobei das nicht zersetzte Kochsalz zuerst krystallisirt, sodann das Glaubersalz. 3) In Schweden aus der Mutterlauge der Vitriolsiedereien, aus den vitriolhaltenden Grubenwassern, indem man sie durch einen Zusatz von Kochsalz zersetzt; Nebenproduct Chloreisen. Die abgedampfte Salzmasse wird geglüht, wodurch das Chloreisen sich zersetzt, und beim Auflösen Eisenoxyd hinterläßt.

4) Bei der Amalgamation der Silbererze, welche bei Freiberg, und der silberhaltigen Kupfererze, welche bei Hettstädt im Mannsfeld betrieben wird, gewinnt man Glaubersalz als Nebenproduct (vergleiche die Beschreibung des Verfahrens bei der Amalgamation der Silber- und Kupfererze). 5) Bei der Salniakbereitung aus schwefels. Ammoniak und Kochsalz durch Sublimation, oder auf nassem Weg. 6) Bei der Darstellung der kohlens. Magnesia aus schwefels. Magnesia mittelst kohlens. Natron, der Boraxsäure aus Borax, wobei das Glaubersalz in der Flüssigkeit aufgelöst bleibt, und durchs Abdampfen gewonnen werden kann. 7) Durch Zersetzung des Kochsalzes mittelst Alaun, wodurch salzs. Thonerde gewonnen wird; durch schwefels. Magnesia in der Winterkälte (siehe oben). (8) Man hat auch aus gepochten Schwefelkies, Kochsalz (und Kohlenstaub) durchs Rösten Glaubersalz darzustellen gelehrt, wobei Eisenoxyd als Nebenproduct erhalten wird.)

Das Glaubersalz kann sowohl wasserleer, als auch mit verschiedenen Mengen Wasser verbunden krystallisiren; schießt das Salz bei 33° an, so krystallisirt es ohne Wasser in Rhombenoktaëdern, löst sich in 10 Theilen kalten Wasser auf und krystallisirt dann mit der gewöhnlichen Wassermenge verbunden; die gewöhnlichen Glaubersalzkrystalle enthalten $55\frac{1}{2}\%$ Wasser, es sind farblose, durchsichtige, 4 und 6seitige Säulen. Es schmeckt kühlend, bitterlich, verwittert stark an der Luft, zerfällt zu einem weissen Staub, schmilzt in seinem Wasser bei geringer Wärme, das wasserleere aber schwerer. 100 Theile Wasser von 0° lösen 5,02 Theile auf, von 18° 16,73 von $30\frac{3}{4}^{\circ}$ 43,05, von $32\frac{1}{4}^{\circ}$ 50,65, von $70,6^{\circ}$ 44,35, bei $103,17^{\circ}$ 42,65 Theile, *Gay-Lussac*; Glaubersalz löst sich in Alkohol nicht auf. Löst man durch langsames Erwärmen eine Auflösung dieses Salzes krystallisiren, z. B. im luftleeren Raum, so bilden sich farblose, durchsichtige, säulenförmige Krystalle, welche weniger

Wasser enthalten, als das gewöhnliche Salz, nämlich nur $\frac{1}{2}$ jenes Quanti, also ungefähr 44%, härter sind, als jenes, und leicht undurchsichtig werden, sie verwittern nicht an der Luft, und schmelzen nicht in der Wärme. Durchs Schmelzen und Glühen mit Kohlenstaub giebt es Schwefelnatrium. Man bedient sich des Glaubersalzes zur Darstellung des künstlichen kohlens. Natrons, des Glases, des essigs., holzessigs. Natrons aus holzessigs. Kalk; in der Medicin findet es große Anwendung.

[Doppelt schwefelsaures Natron, *Bisulfate de Soude, B. of Soda*, krystallisirt in 6seitigen Säulen, löst sich in 2 Theilen Wasser von 0°, in gleichen Theilen kochendem auf; erhitzt man das geschmolzene wasserfreie Salz, so erhält man wasserfreie Schwefelsäure.

Phosphorsaures Natron, *Phosphate de Soude, Ph. of Soda, (Sal perlatum)* kommt mit phosphors. Ammoniak verbunden im Harn des Menschen und einiger Thiere vor, so auch in andern animalischen Flüssigkeiten. Man bereitet es aus Phosphorsäure, oder sauren phosphors. Kalk und kohlens. Natron, man neutralisirt erstere mit letztern, und setzt dann noch einen kleinen Ueberschuß des letztern hinzu, weil die Erfahrung gelehrt hat, daß aus einer alkalisch reagirenden Flüssigkeit das Salz leichter krystallisirt. — Es erscheint in farblosen, durchsichtigen, geschoben 4seitigen Säulen, schmeckt salzig, nicht bitter, reagirt schwach alkalisch, verwittert stark an der Luft, verliert an 61 $\frac{3}{4}$ % Wasser, schmilzt bei mäßiger Hitze zu einer klaren Glasperl, die beim Erstarren undurchsichtig wird, löst sich in 4 Theilen kalten und 2 kochenden Wasser auf, besteht aus: 17,88 Natr., 20,40 Phosphors. und 61,72 W.

Das phosphors. Natron bildet mit phosphors. Ammoniak ein Doppelsalz, ehemals mikrokosmisches Harnsalz genannt, *Sal urinae microcosmicum*, welches sich im menschlichen Harn findet. Man kann es sowohl aus demselben darstellen, als auch künstlich bereiten, wenn man 6 bis 7 Theile phosphors. Natron mit 2 Theilen Wasser mengt, schmilzt, und 1 Theil Salmiakpulver hinzufügt, die Flüssigkeit durchsieht und durchs Erkalten krystallisiren läßt; in der Mutterlauge bleibt Chlornatrium. Es wird nämlich ein Theil des phosphors. Natrons durch den Salmiak zerlegt, es bilden sich phosphors. Ammoniak und Chlornatrium. — Es krystallisirt in farblosen, durchsichtigen Krystallen, schmeckt kühlend salzig, stechend, verwittert nicht an der Luft, verliert Wasser und auch etwas Ammoniak, löst sich leicht in Wasser auf, schmilzt bei gelinder Hitze mit Aufbrausen, verliert den Gehalt an Ammoniak, und hinterläßt eine helle Perl von doppelt phosphors. Natron, die auch nach dem Erkalten noch klar bleibt. Es besteht aus: 40,63 phosphors. Natr., 32,07 phosphors. Ammoniak und 27,30 W. Man bedient sich desselben als Flußmittel bei Löthrohrversuchen gleich Borax, auch hat man es als Surrogat desselben zu technischen Zwecken vorgeschlagen, als ein feuersicherndes Mittel zum Ueberziehen der Lein-

wand, der Gewebe (für Theater). — Doppelt phosphorsaures Natron, *Biphosphate de Soude, B. of Soda*, krystallirt in 2 verschiedenen Grundformen bei gleichem Gehalt an chemisch gebundenem Wasser; löst sich leicht in Wasser, nicht in Weingeist auf.]

Boraxsaures Natron, *Borate de Soude, B. of Soda*, Borax, kommt im Mineralreich an verschiedenen Orten der Erde vor. Bekannt ist ihm, mehr oder minder mit einer seifenartigen Masse vermischt, hauptsächlich in Ostindien, am Grund und den Ufern eines durch viele Quellen unterhaltenen grossen Sees, 15 Tagereisen nördlich von Lhoo-Lomboo in Tibet, auch im Bezirk Sembul soll es solche Quellen geben. Auf Ceylan, in der südlichen Tatarei, so wie in Südamerika fern Potosi in den Gruben von Viquinta soll roher Borax sich finden. Der rohe Borax, *Borax brut*, heisst in Tibet *Tinkal*, erscheint in krystallinischen, meist zusammengepressten Massen, halbdurchsichtig, gelblich-weiß, gelb-grünlich, mit einer Art Natronseife umschlossen, aus der Fett und Natron erzeugt, mit borax. Kalk, Magnesia vermischt. Auch im Handel auch chinesischen Borax, welcher eine vorläufige Raffination bereits erlitten hat.

Ehedem reinigte man den rohen Borax vorzugsweise in Venedig, woher der Name venetianischer Borax für den gereinigten Borax; jetzt geschieht es in mehreren grossen Seestädten, namentlich in Amsterdam. Das Verfahren, welches man daselbst beobachtet, ist nicht völlig bekannt; man bedient sich verschiedner Methoden. Nach der einen weicht man den Tinkal in wenig kaltem Wasser ein, rührt öfter um, setzt nach und nach 1⁰/₆ gelöschten Kalk hinzu und rührt um. Nach einem langen Maceriren wird durchgeseiht, und die durch den Kalk von dem größten Antheil der Fettigkeit befreiten Krystalle in 2¹/₂ Theil kochenden Wasser aufgelöst; man setzt 2⁰/₆ Chlorcalcium hinzu, seiht durch, dampft die Flüssigkeit bis zu 18 oder 20⁰ B. ein, schüttet sie zum langsamen Abkühlen und Krystallisiren in hölzerne mit Blei ausgefütterte kegelförmige Gefässe. Ein sehr langsames Abkühlen ist zur regelmässigen Krystallisation nothwendig, weshalb man die Gefässe mit schlechten Wärmeleitern umgiebt.

[Statt der Behandlung mit Kalk verfuhr man auch also, man schüttete den zerstoßnen rohen Borax in ein mit einem durchlöchernten falschen Boden versehenes Fals, übergoss ihn mit wenig Wasser, sodann mit Actznatronlauge von 5⁰ B., bis letztere wenig gefärbt ablief. Nach dem Abtropfen löste man den Borax in siedendem Wasser auf, brachte die Auflösung auf 20⁰ B., setzte 12⁰/₆ kohlens. Natron hinzu, liess klar absetzen und krystallisiren.]

In neuerer Zeit hat man in Frankreich angefangen aus kohlens.

Natron und der italienischen Boraxsäure künstlich Borax zu fertigen; *Payen* und *Cartier* errichteten die erste Fabrik der Art. Man löst in 500 Theilen kochendem Wasser 600 Theile kohlen. Natron in einem kupfernen Kessel auf, setzt nach und nach 500 Boraxsäure hinzu, wobei heftiges Aufschäumen stattfindet. Ist dies geschehen, so erhält man die Temperatur nahe am Sieden, deckt den Kessel zu und läßt ganz allmählig abkühlen; nach 30 Stunden wird das Klare abgezogen, in bleierne Krystallisationsgefäße geleitet, worin binnen 3 bis 4 Tagen die Krystallisation vollendet ist. Die Mutterlauge dient zur Auflösung neuer Portionen von kohlen. Natron. Das krystallisirte Salz wird hierauf in kochendem Wasser gelöst, 10 $\frac{1}{2}$ kohlen. Natron hinzugesetzt, die Lauge bei 20° B. in die mit Blei ausgefütterten Krystallisirgefäße geleitet, welche eine abgestumpft pyramidale Form besitzen, und mit schlechten Wärmeleitern bedeckt sind. Die mittlere Temperatur des Lokals, in welchem das Krystallisiren stattfindet, muß 18° sein; die Dauer dieses Anschießens beträgt 17 bis 18 Tage, die Temperatur beim Krystallisiren 30°. Darauf werden die größern Krystalle in kleinere Stücke zerschlagen, getrocknet, auf einem Sieb hin und her geschüttelt, damit die scharfen Ecken und Kanten sich abrunden, auch eine leichte Verwitterung oberflächlich eintrete. Die kleinern Krystalle werden wieder aufgelöst und von Neuem krystallisirt.

Der Borax krystallisirt in farblosen, durchsichtigen, 6seitigen Säulen mit 3flächiger Zuspitzung, verwittert oberflächlich, und wird dadurch etwas weißlich, durchscheinend, schmeckt süßlich, alkalisch, reagirt schwach alkalisch, löst sich in 2 Theilen kochenden, in 12 Theilen Wasser von der mittlern Temperatur, blüht sich im Feuer auf, verliert sein Krystallwasser, über 47 $\frac{1}{2}$; in diesem Zustand nennt man ihn gebrannten Borax, *Borax calciné*, *calcined borax*. Erhitzt man ihn bis zu 300°, so wird er weich, teigartig, und in der Rothglühhitze schmilzt er zu einem farblosen, durchsichtigen Glas, welches an der Luft allmählig etwas Wasser anzieht, rissig und staubig wird, löst sich in Wasser langsam auf; der Borax besteht aus: 15,53 Natr., 37,36 Boraxs., 47,11 W. Der aus den Bestandtheilen künstlich dargestellte Borax hat, obschon er reiner ist, als der gereinigte indische, die unangenehme Eigenschaft leicht zu zerbröckeln, was bei der technischen Anwendung hinderlich ist; es scheint fast davon herzurühren, daß der indische noch etwas Fett in sich hat (?). Läßt man Borax aus einer concentrirten Auflösung zwischen 79° und 56° anschießen, so bilden sich harte, dichte Oktaëder, welche weniger zerspringen, nicht verwittern, weniger Wasser enthalten, nämlich nur 30,8 $\frac{1}{2}$. — Borax nimmt in der Schmelzhitze verschiedene Metalloxyde auf, verbindet sich mit

ren mittelst des Löthrohrs, auch als Riels zur Untersuchung der
zur Darstellung feiner Gläser (Spiegelglas), des Strafs, leichtflüssi
ser, zu Glasuren; 4) zur Abscheidung der Boraxsäure; 5) in der

[**Saures boraxsaures Natron, Biborate de Soude, B. o.**
durch Zusatz von Boraxsäure zum Borax erhalten; krystallisirt s
in tafelförmigen Krystallen, schmeckt wie Salpeter, kühlend, sch
der Hitze zu einem Glas.]

Chlorigsaures Natron, Chlorite de Soude, Chl. of S.,
natron, Chlorure de Soude, Chloride of Soda, oxydirt s
res Natron, Muriate de Soude oxygéné, Oxymuriate of Sod
ebenso wie das chlorigs. Kali (siehe oben Seite 321) dargestel
gleichfalls flüssig als Bleichflüssigkeit, (*Eau de Javelle*), *Liqueur*
baraque, gebraucht. Man kann es auch schnell durch doppelte V
wandtschaft aus chlorigs. Kalk und schwefels. oder kohlen. Natron
len, indem sich schwefels. Kalk und chlorigs. Natron bilden. Die
schaften dieser Flüssigkeit sind dieselben, wie die des chlorigs.

[**Chlorsaures Natron, Chlorate de Soude, Chl. of Soda,**
oxydirt salzsaures Natron, Muriate de Soude surc
Oxymuriate of Soda, wird auf gleiche Weise, als das chl
erhalten, vergleiche oben Seite 322. (Man kann es auch direct
Chlorsäure und kohlen. Natron darstellen.) Vom gleichzeitig
zeugten Chlornatrium ist es schwer zu trennen, indem es fast
Löslichkeit mit letzterm besitzt. Es krystallisirt in 4seitigen
schmeckt kühlend stechend, löst sich in 3 Theilen kalten und
leichter in kochenden Wasser. leicht in Weingeist auf: es e

schmilzt in der Wärme, enthält viel Krystallwasser, ist leichter löslich als ersteres.

Salpetersaures Natron, *Nitrate de Soude, N. of Soda*, Würfelsalpeter, *Nitre cubique, Cubic nitre*, findet sich unter dem Erdsalpeter in Spanien, Indien, namentlich aber in Peru im Distrikt Atacama, wo ein Lager von 25 Meilen Länge neuerdings entdeckt worden ist. Man kann es darstellen, wenn man Salpeterroblauge statt durch Aschenlauge (kohlens. Kali) durch kohlens. Natron zerlegt; oder auch auf directem Weg; endlich zersetzt sich auch salpeters. Kali und Chlornatrium in salpeters. Natron und Chlorkalium.

Es krystallisirt in Rhomboëdern, schmeckt kühlend, stechend, bitterlich, weniger auffallend als das salpeters. Kali, wird feucht an der Luft, löst sich in 3 Theilen Wasser von 15,5°, in weniger als 1 Theil kochendem, verpufft langsamer als Kalisalpeter mit einer pomeranzengelben Flamme, besteht aus: 36,6 Natr. und 63,4 Salpeters. — Zur Darstellung von Pulver ist es nicht brauchbar, weil es feucht wird, aber für die Feuerwerkerei, da es 3mal langsamer verpufft, und ein pomeranzengelbes Feuer bedingt; auch ist es zur Gewinnung von Salpetersäure, von Schwefelsäure, Glaubersalz anwendbar.]

Kieselsaures Natron, *Silicate de Soude, S. of Soda*. Man kann mittelst kohlens. Natron eben so gut, als mit kohlens. Kali (Pottasche), sowohl Kieselweichigkeit als Wasserglas und eigentliches Glas darstellen, nur sind die dazu erforderlichen Mengenverhältnisse nothwendig verschieden von denen, die bei der Anwendung des Kalis nöthig waren. *Döbereiner* lehrt aus 70 Theilen kohlens. Kali, 54 Theilen kohlens. Natron und 152 Th. Kieselerde ein Wasserglas darstellen, welches mit Wasser eine dünnere Flüssigkeit giebt, als Kaliwasserglas, nicht so leicht gerinnt, leichter in die Poren des Holzes eindringt; es ist leicht zu schmelzen.

Im Mineralreich kommen verschiedne Verbindungen des kiesels. Natrons mit kiesels. Thonerde vor, welche bereits Seite 342 angeführt worden sind.

Glas, *verre, glace, glass*, ist eine chemische Verbindung von Kieselerde mit Kali, Natron, oder beiden zugleich, Kalk, (Thonerde), Bleioxyd, (Eisenoxyd); (Baryt, Strontian).

[Man erzählt, daß phöniciſche Kaufleute, welche Natron (kohlens. Natron) aus Aegypten bei ſich führten, am Ufer des Flusses Belus in Syrien Feuer anmachten, und ſich einiger Stücke Natron als Dreifuß bedienten, das Verglasen des feinen Sandes bemerkt haben; die Erfindung des Glases überhaupt iſt noch dunkel. Die Phöniciſer ſollen zu Sidon und Tyrus Glasniederlagen gehabt haben; die Aegypter beſaßen die Kunst Glas zu machen, die Mumien in den Katakomben zu Memphis und Theben ſind mit Glasschmuck verziert. Aber nur ſehr langsam

verbreitete sich die Kenntniss des Glases unter den Völkern des Abendlands: die Römer kannten es zwar 200 Jahr vor Christus, es wurde aber erst später gewöhnlicher; Glasscheiben wurden erst zur Zeit des Kaisers Nero bekannt. Im Jahr 674 wurden in England die Fenster der Kirche und des Klosters zu Weremouth in Durham mit Glas versehen, welches wahrscheinlich venetianische Künstler verfertigten; die ältesten Spuren der Glasmalerei (Glasmosaik) fallen in das Ende des 8ten Jahrhunderts; im 12ten Jahrhundert wurden in der Abtei St. Denys bei Paris farbige Glasfenster eingesetzt. (Das Weitere hierüber siehe unter andern in *Parke's chemical Essays Vol. 2. pag. 167; Edinburgh Encyclopaedia Vol. X. pag. 306 „Glas“;— Rees Cyclopaedia Vol. XVI. „Glas.“*)]

Die Materialien, deren man sich zur Verfertigung des Glases bedient, sind folgende:

1) Quarz, Quarzsand, der feinste, weißeste Sand, welcher möglichst frei von Eisenoxyd ist, dient zu den besten Glassorten, so wie auch gepulverter Quarz; zu dem Ende wird derselbe geglüht und in kaltem Wasser abgeschreckt, wodurch er spröde wird, zerspringt und sich nun sehr gut durch ein Stampfwerk, Walzwerk, oder Stein und Läufer mahlen läßt. Je feiner der Sand ist, desto leichter läßt er sich in Glas verwandeln und desto weniger Alkali ist dazu nöthig. Häufig muß der Sand geschlemmt werden, um ihn von beigemengten Thon, Mergeltheilen, Humus, Pflanzenresten zu trennen. Nicht selten wird der Sand auch geglüht, theils um alle verbrennbaren organischen Ueberreste zu zerstören, theils um ihn glühend ins Wasser zu schütten, wodurch er eine feine Zertheilung erhält. Man gebraucht aber auch den gefärbten gelblichen Sand zu ordinären Glaswaaren, und die Erfahrung lehrt, daß ein solcher leichter schmilzt als ganz weißer, reiner Sand, welcher immer noch ein wenig Thonerde, Kalk, Eisenoxyd enthält, vergleiche oben Seite 267.

2) Kalk, sowohl der gebrannte, an der Luft zerfallne Kalk, als auch der natürliche kohlensaure Kalk, Kreide. — Da letztere oft organische Ueberbleibsel enthält, die durch ihren Kohlenstoffgehalt das Glas färben können, so bedient man sich lieber des gebrannten, an der Luft zerfallnen Kalks (kohlens. Kalk + Kalkhydrat). Der Zusatz von Kalk macht die Glasmasse flüssiger, giebt derselben die Eigenschaft leichter einen Temperaturwechsel zu ertragen, macht das Glas weicher, und leichter durch den Diamant schneidbar; nur muß die Menge des Kalkzusatzes eine erfahrungsmäßige Gränze nicht übersteigen, weil sonst das Glas milchig wird, und nach dem Erkalten sich der Kalk vom Glas scheidet. Natronglas verträgt einen größern Zusatz von Kalk, als Kali-

Kaliglas. Auch greift der Kalkzusatz die Hfien während der Schmelzung stark an. Der kohlens. Kalk dürfte vor dem Aetzkalk deshalb den Vorzug verdienen, weil dann durch doppelte Wahlverwandschaft die in der Pottasche und der Soda enthaltenen schwefel- und salzs. Salze in kohlens. Salze zerlegt werden. Ein Gehalt an Magnesia im Kalk macht das Glas schwerer schmelzbar.

3) **Holzasche**, zu den geringern Sorten auch die ausgelaugte Holzasche, welche immer noch einen Rückstand an kohlens., kiesels., Kali, Kalk und Kieselerde enthält; ebenso wird der ausgelaugte Kalksücher der Seifensieder gebraucht, in welchem hauptsächlich kohlens., kiesels. Kalk etc. enthalten ist (vergleiche oben Seite 301). Letzterer dient nur zu den geringern Sorten, zu dunkelgrünen (schwarzen) Glas. 4) **Pottasche**. Meist bereiten die Glashütten ihren Bedarf an Pottasche selbst, weil sie so wohlfeiler zum Ziel kommen, und alle Nebenproducte mit Nutzen anwenden können. Zu den feinem Gläsern wird die Pottasche gereinigt, um die fremden schwefel- und salzs. Salze abzuscheiden, welche letztere mit der Kieselerde nicht leicht verglasen, sondern nur die Verglasung stören, es sei denn, daß man eine sehr große Hitze anwenden kann, wodurch sie sich verflüchtigen.

5) **Soda**. Sowohl das Natron aus Aegypten, Ungarn etc., die spanische Barilla, die französischen und sizilianischen Sodaarten, Kelp- und Warecksoda, als auch künstliche Soda, werden zur Darstellung von (Natron-) Glas angewendet. 6) **Glaubersalz**. Wasserfreies Glaubersalz ist in neuerer Zeit öfters zur Glasbereitung angewendet worden, es wird nämlich durch einen Zusatz von wenig Kohle in schwefligs. und unterschwefligs. Natron reducirt, und dieses mit Kieselerde geschmolzen giebt, unter Entweichen der schwefligen Säure, kiesels. Natron. Es darf aber die Menge der Kohle nicht zu groß sein, weil sie sonst das Glas braun färbt, auch verdirbt eine zu große Menge des Glaubersalzes die angenehme Weiße des Glases, macht es gelblich. Wendet man zugleich auch Pottasche an, so erzeugt sich schwefels. Kali und kohlens. Natron, oder Kohle und kohlens. Kalk, so entsteht gleichfalls kohlens. Natron. 7) **Schwefelsaures Kali** kann gleich wie Glaubersalz gebraucht werden, wenn kohlens. Kalk und etwas Kohle zum Glassatz genommen werden.

[Scholz, über das Glaswesen und seine Vervollkommnung, in den Jahrbüchern des k. k. polytechn. Instituts Bd. 2. S. 192. Versuch einer ausführlichen Anleitung zur Glasmacherkunst. Bd. 2. S. 39.]

8) **Kochsalz**. Wenn man das Kochsalz neben Pottasche anwendet, so bildet sich Chlorkalium und kohlens. Natron, ersteres scheidet sich als Glasgalle ab und es erzeugt sich ein Natronglas. An und für sich

ist es durchaus kein Ersatzmittel für das kohlens. Natron, da es direct mit Kieselerde nicht verglast. 9) Seifensiederflufs (Chlorkalium, Chlornatrium mit etwas kohlens. Kali und Kohle). Wird in calcinirtem Zustand zu Tafelglas, Grünglas, schwarzen Bouteillenglas angewendet.

10) Heerdglas, *picadit*, das Glas, welches beim Verarbeiten oder durchs Reißen der Hüfen in den Heerd geflossen ist, wird dem Glassatz für geringe Glassorten wieder beigesetzt. 11) Glasbrocken, Bruchglas, *calcin*, *cullet*, werden sortirt und beim Glasschmelzen in bestimmten Mengen zugesetzt, wodurch eine bessere Masse entsteht. 12) Schmiedeschlacken, Hohofenschlacken, kiesel. Kalk mit kiesel. Eisenoxydul, kiesel. Manganoxydul, für schwarzes Bouteillenglas.

13) Mennige dient zur Bereitung des Bleiglasses, (Krystall- und Flintglases). Sie giebt dem Glas ein bedeutendes Gewicht, macht es weniger spröde, weich, leichter zu schleifen, leichter schmelzbar, und bedingt ein bedeutendes Farbenzerstreuungsvermögen. Die Mennige greift aber auch die Hüfen stärker an, und macht das Glas leicht gelblich. Sie muß völlig kupferfrei sein, sonst wird das Glas grün gefärbt.

[Man hat neuerdings vorgeschlagen, statt Mennige schwefels. Bleioxyd anzuwenden, weil dieses kupferfrei darzustellen, wohlfeil, und mit Kieselerde leicht verglast. Beim Glasschmelzen geht übrigens die Mennige in das niedere Bleioxyd über, giebt etwas Sauerstoff ab. Man bedient sich auch wohl bei der Erzeugung der Schmelzgläser des Bleiweißes, (kohlens. Bleioxyds).]

14) Braunstein. Je reiner, eisenfrei, desto besser. Er dient um durch Entbindung von Sauerstoffgas in der Hitze die den Glassatz färbenden Kohlentheile zu verbrennen, in Kohlenoxyd- und kohlens. Gas zu verwandeln. Das dadurch entstandne Manganoxydul geht sodann mit in die Mischung des Glases als kiesel. Salz ein, und bedingt, wenn etwas mehr, als nöthig, hinzugesetzt wurde, einen Stich ins Blaue. Solche Gläser werden mit der Zeit, wenn sie am Sonnenlicht stehen, durch höhere Oxydation des Manganoxyduls zu Oxyd, violett; dies erfolgt aber nur am Licht. Setzt man zum grünen Bouteillenglas viel Braunstein hinzu, so wird es gelb. Die alten Glasmacher nannten den Braunstein, weil er das Glas entfärbt, Glasmacherseife, *savon des verriers*, *glass-soap*. 15) Arsenige Säure, weißer Arsenik, dient zu ähnlichem Behuf als der Braunstein, er oxydirt den Kohlenstoff und wird als Arsenikmetall verflüchtigt. Man glaubt, daß ein Theil als Arseniksäure an Kali gebunden mit in die Glasmasse eingehe (?). Solche Gläser sollen im Sonnenlicht farbig anlaufen (?), Feuchtigkeit anziehen; ein zu großer Zusatz macht die Glasmasse trüb. 16) Salpeter, zu

gleichem Zweck gebraucht, das Kali desselben trägt auch noch mit zur Verglasung bei.

17) Basalt. Man bedient sich des Basalts als Zusatz zur Fertigung des schwarzgrünen Glases. Basalt ist ein inniges Gemeng von Feldspath, Feldstein, Augit und Magneteisentheilen, sehr dicht und hart, bläulich-schwarz, grauschwarz; er scheint seinen Ursprung vulkanischem Feuer zu verdanken. Man findet ihn im Uebergangs- und Flözgebirge oft zu Tage ausgehend. Er schmilzt an sich in mäßiger Hitze, und giebt ein dunkelgrünes, braungrünes Glas. (Findet sich in der Eifel, Rhöngelbirge, Westerwald, böhmischem Mittelgebirge, Erzgebirge.)

[18) Mehrere andere Fossilien können noch zum Glassatz als Zuschlag dienen, als z. B. Phonolith, (Klingstein), Feldsteinmasse mit eingewachsenen Feldspathkrystallen, Magneteisen, Glimmer, Augit, Hornblende; aschgrau, rauchgrau ins Grüne, Braune. Fast immer in der Nähe von Basalt vorkommend. (Siebengebirge, Böhmen, Fulda.) — Feldspath, kiesels. Thonerde mit kiesels. Kali (Kalk), glasiger Feldspath, Feldstein. — Granit, aus Quarz, Feldspath, und Glimmer gemengt; — Syenit aus Feldspath und Hornblende gemengt; — Hornblende und Hornblendeschiefer zum grünen Bouteillenglas, giebt schon an sich ein braunschwarzes Glas (Hornblendeschiefer im Erzgebirge, Böhmen, Thüringer Wald, Fichtelgebirge, Schlesien). — Bimsstein, Lava u. a. m. Tafelspath, kiesels. Kalk.]

Zur Glasfabrikation sind verschiedne Oefen erforderlich, theils zur Vorbearbeitung des Glassatzes, (Mengung der verschiednen Materialien, aus welchen Glas gefertigt wird) — Calcinir-, Frittöfen, — theils zum Anwärmen der Schmelzhäfen, zum Schmelzen des Glases, zum Strecken der Glasplatten für Fenster- und ordinäres Spiegelglas, theils zum Kühlen der Glaswaaren, Auslauföfen. Sämmtliche Oefen stehen unter einem großen Hüttengebäude, woher der Name Glashütte, *glas-kouse*; in England sind es große konische, thurmähnliche Gebäude von 60 bis 100 Fuß Höhe und 50 bis 80 Fuß Durchmesser an der Sohle.

Der Glasofen, Schmelzofen, *fourneau de fusion, melting or working furnace*, siehe Tafel V. Fig. 6, 7, 8, ist entweder quadratisch, länglich viereckig, oder rund construiert, letztere Einrichtung zieht man wegen der Ersparnis an Brennmaterial, welche man in denselben erreichen kann, mit allem Recht vor, indem sich die Wärmestralen nicht so zerstreuen, als bei den eckigen Oefen; ihr Durchmesser variirt von 6 bis 8 Fuß; nur ist das Unbequeme, daß man an runde Oefen keine Nebenöfen anbringen kann. Die Umfassungswände sind aus Ziegelsteinen, die innern Wände, welche mit dem Feuer in nächste Berührung kommen, Brustmauern, aus feuerfesten Ziegeln aufgeführt, deren An-

fertigung eine wichtige Nebenbeschäftigung ist; besonders muß das Gewölbe mit vorzüglich guten Steinen angefertigt sein. Die Größe dieser Schmelzöfen, deren Construction ist nicht gleich, man hat Öfen von 6, 8, 10 Schmelzhäfen, je nachdem es der Betrieb erfordert.

[Er wird über gut angelegtem Fundamenten mit Abzuchten, *b, b, b*, aufgeführt, welche parallel den Umfassungsmauern laufen und 1 Quadratfuß Querschnitt haben, in gleicher Höhe sich durchkreuzen. *c, c, c, c* sind darüber liegende kleine Abzuchte, von 5 Zoll im Quadrat, die sich gleichfalls durchkreuzen und von den untern durch eine 4 Zoll starke Platte getrennt sind. Die Sohle des Aschenfalls liegt mehrere Fuß unter der Hüttensohle, nach Maafsgabe der Umstände; je tiefer die Sohle des Aschenfalls unter dem Rost des Ofens liegt, desto stärker ist der Zufluß von Luft; man legt auch wohl Kanäle an, *a*, um die Luft von Aussen zuzuleiten, welche unter dem Fundament in der Mitte durchgehen, und von beiden Seiten außerhalb der Hütte, oder doch wenigstens mehrere Fuß vom Ofen entfernt, ausmünden, mit welchen die Aschenfälle *d* beider Feuerungen in Verbindung stehen; *r* die Schürlochbeerde.

e ist einer der beiden Roste, gewöhnlich 18 Zoll lang, 10 Zoll breit, überhaupt richtet sich die Größe derselben, der Abstand der Roststäbe nothwendig nach dem Brennmaterial; *f* eine Platte über dem Aschenfall, die zugleich zum Auflager der Feuerungstür dient, 5 bis 6 Zoll dick, 16 Z. breit, springt 5 Z. vor die Umfassungswand. *g* ist der Fundamentstein, 1 Fuß stark, welcher von allen vier Seiten 1 F. weit unter die überliegenden Mauerwerke reicht, und zwar unter die Bänke *h* und auf den beiden andern gegenüberliegenden Seiten unter die Schürlochbeerde *r*.

An den längern Seiten des Ofens sind die Bänke, *sièges, bancs, h*, auf denen die Schmelzhäfen *k, k*, stehen; ist der Ofen rund, so bilden dieselben eine kreisförmige Ebene, in der Mitte ein Feuerloch, durch welches der Feuerstrom aufsteigt, welcher von dem Brennmaterial auf den unter den Bänken liegenden Rosten gebildet wird. Die Bänke sind in dem gezeichneten Ofen 28 Z. hoch, oben 30 Z., unten 40 Z. breit, greifen 2 Z. unter die Brustmauer (siehe Fig. 8). (*i* eine Gießhafenbank, sie ist oben und unten gleich, 40 Z. breit, liegt 1 Z. höher als die andere Bank, damit sie von dem aus den Häfen herabfallenden Glas freibleibe. Nur selten dürfte gleichzeitig Hohlglas und Glas zum Guß in einem Ofen geschmolzen werden. *l* ein Gießhafen, *m* das Aufbrechloch für denselben.)

Die Umfassungsmauern des Ofens haben an den Stellen, wo im Innern die Häfen stehen, große Oeffnungen, durch welche die Häfen in den Ofen gebracht werden können, Aufbrechloch, Tiegelloch, *tonnelles, n, n*, sie werden jedesmal, nachdem die Häfen herausgenommen und wieder eingesetzt sind, mit scharf gebrannten Steinen vermauert, *faus-*

ses claires. Ueber dem obern Rand der Häfen befinden sich in der Umfassungsmauer die Arbeitslöcher, *ouvreaux, working holes, bocaux, o, o*, durch welche der Glasbläser zum geschmolzenen Glas gelangen kann, durch welche auch das zu bearbeitende, an der Pfeife sitzende, Glasgeräth in dem Ofen angewärmt wird. Die Weite dieser Löcher ist sehr verschieden. Zwischen ihnen springen aus der Umfassungsmauer Schirmwände vor, *q, q*, welche dazu dienen, den Glasbläser, welcher vor dem Arbeitsloch arbeitet, vor der Hitze der nächsten Arbeitslöcher zu schützen. Unter den Arbeitslöchern sind kleine Oeffnungen zum Erhitzen der Pfeifen angebracht, *trou de la canne*.

Ueber der Umfassungsmauer ist ein Gewölbe gesprengt, dessen Anfertigung eine besondere Sorgfalt erfordert; es wird theils aus weichen, theils aus festgebrannten Steinen, die nicht mehr in der Hitze schwinden, gebaut; die Steine werden mit Thonspeisse, *coulis*, verbunden. Die Form, Curve des Gewölbs, richtet sich theils nach der Construction des Ofens, theils nach dem Brennmaterial und der beabsichtigten Hitze. Man legt auch eigene Schornsteine neben dem Ofen an, um den Zug zu befördern, sie sind durch Füchse mit dem Ofenraum in Verbindung gesetzt, die mit eisernen Schiebern geschlossen oder geöffnet werden können. Sind keine Schornsteine angebracht, so muß durch die Oeffnungen im Gewölbe die Flamme entweichen.

Man theilt den Ofen in 3 besondere übereinander liegende Räume ein; den Grubenraum bilden der Fundamentstein *g* und die Bänke *h, h*, er ist unten 16 Z., oben 36 Z. breit und 28 Z. hoch. Der Raum des Ofens von der Oberfläche der Bänke bis zum Anfang des Gewölbes heisst der Häfenraum, er ist 21½ Z. hoch; da aber die Häfen 32 Z. hoch sind, so ragen sie noch in den Gewölberaum hinauf. Die Höhe des Ofens über dem Fundamentstein ist 8 F. 1 Z., das Gewölbe ist 4 F. hoch, der ganze Ofen hat 8 F. im Quadrat.]

An den Schmelzofen sind Nebenöfen, *arches*, angebaut, meist 4 oder auch wohl nur 2, sie stehen theils mit dem Schmelzofen durch angebrachte Füchse, *lunettes, lunet-holes, p, p*, von 8 bis 9 Z. Durchmesser, in Verbindung, theils sind sie auch ohne Zusammenhang mit dem erstern.

[*s* sind die Fundamente der Nebenöfen, *t* die innern Räume derselben, *u* Abzüchte im Fundament unter den Ofenräumen. Diese Nebenöfen sind länglich, oder rund; die Kanäle können mittelst Schiebern geöffnet und geschlossen werden, oft sind auch noch, wenn auch nicht bei allen, eigne Herde *v* angebracht, um die Hitze steigern zu können, wenn gleich die Nebenöfen mit dem Schmelzofen in Verbindung stehen.]

Die Nebenöfen dienen theils zum Aufwärmen der Häfen — Temperöfen, — theils zum Calciniren der Materialien, Materieöfen, *arches à matières. calcar*, zur Bereitung von Fritte, Frittöfen, *fine*

arches, arches à fritter. Bei kleinen Glasmachereien werden auch wohl die Nebenöfen als Kühlöfen, *fourneaux à recuire, lior, leor, annealing furnace*, gebraucht.

Bei runden Schmelzöfen, wo man nicht gut Nebenöfen anbauen kann, hat man eigne Calcinir-, Anwärme- und Kühlöfen. Man bringt einen Kühlöfen mit einem runden Schmelzofen auf folgende Art in Verbindung: man macht im Scheitel des runden Gewölbes eine Oeffnung, (*occhio, lumella*) aus welcher die Hitze in den angebauten, zum Theil auf dem Gewölbe des Schmelzofens ruhenden, Kühlöfen, *tower*, hereinschlägt, einen 16 bis 20 F. langen Kanal, *galerie, leor*, welcher in eine Kühlkammer ausläuft. Man kann durch in der Seitenwand angebrachte Oeffnungen die Hitze mehrern und mindern, und durch eine größere die gefertigten Glaswaaren in eiserne Kästen, *fraches, lior-pans* einsetzen, die, wie sie gefüllt sind, weiter nach der Kühlkammer hin fortgestoßen, und andere gefüllt werden. Man hängt einen Kasten an den andern, so daß man sie am andern Ende langsam vorwärts ziehen kann. Meistens steht aber der Kühlöfen neben dem Schmelzofen, selten mit letzterm durch einen Fuchs verbunden. Die besonders erbauten Kühlöfen, *fours à recuire*, haben eine verschiedene Construction, je nachdem man Hohlglas, Tafelglas verschiedner Art darin abkühlen will; es sind längliche, überwölbte Räume, welche von einem eignen Heerd aus bis zur Dunkelrothglühhitze geheizt werden. Strecköfen, *fourneaux d'étendage, spreading oven*, dienen um Gläser von cylindrischer Form in ebene Tafeln zu verwandeln; sie sind verschieden eingerichtet, ob man die zu streckenden Cylinder heiß, wie bei geblasnen Spiegelglas, in den Ofen bringt, oder kalt, wie bei Fensterglas. Der Hitzegrad solcher Oefen geht bis zur Rothgluth, bei welcher sich das Glas biegen läßt. Der Streckheerd wird aus einem guten feuerfesten Thon und Cement, aus zerstampften Ziegelscherben, gefertigt, aber aus einem Stück, welches vorher wohl gebrannt und geebnet sein muß, auch aus Gufseisen, Bronze. Die Strecköfen sind mit eignen Kühlöfen unmittelbar verbunden, damit die gestreckten Tafeln sogleich zum Kühlen aufgestellt werden können; in ihnen ist die Hitze nicht so groß.

Die Glashüfen, *pots, creusets, glass-pots*, werden auf den Glashütten selbst angefertigt; ihre Darstellung ist ein wichtiger Gegenstand für den Glasfabrikant. Nur feuerfester Thon allein ist hiezu anwendbar, welcher frei von Kalknieren, Mergel, Schwefelkies, fast ganz allein aus Kiesel- und Thonerde mit wenig Eisenoxyd besteht, (vergleiche unten den Artikel „Thon“; in England dient der berühmte Stourbridge-Thon). Der Thon wird sorgfältig geschlemmt, mit Cement gemengt verarbeitet; das Cement wird durchs Zerstampfen, Zermahlen von Schmelztiegel-

brocken erhalten, die der heftigsten Hitze ausgesetzt waren; war bereits Glas in denselben geschmolzen worden, so muß dicke erst sorgfältig davon abgeschlagen werden. Die Mischungsverhältnisse richten sich nach der Beschaffenheit des Thons, ob er fett, oder mager, ob die Häfen für Krystall-, Tafel-, oder Flaschenglas gebraucht werden sollen, welche verschiedene Hitzegrade erfordern, auch nach der Größe und den Dimensionen der Häfen. Die wohl durch einander gearbeitete Masse wird in Formen gepreßt, damit die Häfen möglichst dicht, und alle Luftblasen vermieden werden, welche beim Anwärmen ein Zerspringen bedingen. Die Gestalt derselben ist meist rund, viereckige Schmelzgefäße kommen höchstens noch beim Guss der Spiegelgläser vor; der obere Durchmesser ist größer als der untere, jedoch nicht viel, und mit der Höhe meist gleich; die Stärke richtet sich nothwendig nach der Höhe und Breite. Ist die Höhe und Breite 2 Fufs, so ist die Stärke 3 Zoll, bei 2½ Fufs 4½ Zoll. Die Häfen müssen in der Schatte bei 16 bis 20° sehr langsam trocknen, indem man den dicken Boden täglich feststampft; dann bringt man sie in eine eigens gebaute Trockenkammer, welche auf 36 bis 45° geheizt wird, aber stufenweis und nicht höher, um sie noch mehr austrocknen zu lassen. Nachdem sie wenigstens 4 Wochen lang hier getrocknet haben, werden sie in die Aufwärmeöfen gebracht, welche mit einem Heerd versehen sind, und so aufgestellt, daß die Flamme dieselben von allen Seiten bespühlen kann; die Hitze steigt sehr allmählig bis zur lebhaften Rothglühhitze; sodann bringt man dieselben in den Glasschmelzofen, um sie dort völlig fest zu brennen. Da die Schmelzhäfen durch das Schmelzen des Glassatzes in ihnen stets angegriffen werden, so wird dadurch jedes Glas etwas Thonerde haltend. Man trägt daher in neue Häfen nur Glasbrocken ein, weil diese keinen Ueberschuß an Alkali enthalten, welches die Häfenmasse stark angreift, ehe sie gehörig auf der innern Fläche glasirt sind. Zur Flintglasbereitung bedient man sich in England, bei Steinkohlenfeuer, einer Art bedeckter Häfen, *capt pots*, ungefähr von der Form der Bienenstöcke, die an der einen Seite eine Oeffnung haben, mit welcher sie durch die Umfassungsmauer ausmünden.

Zum Betrieb der Glasöfen gebraucht man Holz, Torf, auch Steinkohlen; was das erstere betrifft, so muß es möglichst trocken sein, welches durchs Aufstellen desselben über dem Schmelzofen auf Darrholken erreicht wird, auch hat man wohl zu diesem Zweck eigne Holzdarröfen eingerichtet, welche mit Torf am wohlfeilsten geheizt werden, aber mehrentheils überflüssig sind. Torf ist besonders zum Anwärmen der Häfen, Kühlen der Geschirre, zur Bereitung der Fritte brauchbar, auch hat man ihn zum Heizen der Strecköfen empfohlen. Steinkohlen, be-

sonders solche, welche wenig Asche hinterlassen, und die Roste nicht verstopfen, (also Sinter- und Sandkohlen) sind gleichfalls anwendbar zum Betrieb des Schmelzens, nur muß dann ein verhältnißmäßig größerer Luftzutritt stattfinden, und die Construction des Rosts, die Höhe des Gewölbs eine andere sein.

[Ueber den Bau der Oefen, Fertigung der Glashäfen siehe *Loyzel, Essai sur l'art de verrerie*; Paris 1800, Versuch einer ausführlichen Anleitung zur Glasmacherkunst, Frankf. a. M. 1802. Zweiter Theil 1818. 4to. *Bastenaire-Daudenart, l'art de la vitrification*, Paris 1825. 8vo. Die *Edinburgh Encyclopaedia* und *Rees Cyclopaedia* Artikel „Glas.“]

Man unterscheidet die Fabrikation von Hohlglas, Tafelglas, welche beide durchs Blasen erzeugt werden, und des gegossnen Glases. Das Hohlglas selbst ist in der Qualität sehr verschieden, dunkelgrünes, schwarzgrünes Flaschenglas, halbweißes, weißes, Krystallglas, Flintglas; das Tafelglas, als grünes Fensterglas, halbweißes, weißes. Diese verschiednen Sorten werden aus verschiednen Ingredienzien erhalten.

Es folgen hier einige Angaben von Glassätzen, die man nur als Beispiele für einzelne Fälle, nach Maafsgabe der Einrichtung der Schmelzöfen, betrachten darf.

[Flaschenglas, *verre à bouteilles, bottle-glass*; 11 Pfund trocknes Glaubersalz, 10 Pf. Seifensiederflufs, $\frac{1}{2}$ Scheffel ausgelaugten Seifensiederäscher, 56 Pf. Sand, 22 Pf. Heerdglas, 1 Ctnr. grüne Glasbrocken, 25 Pf. Basalt; giebt dunkelgrünes Glas. — Desgleichen: gelber Sand 100, VWarecksoda 90 bis 140, ausgelaugte Holzasche 160 bis 170, frische Asche 30 bis 40, Lehm 80 bis 100, Glasbrocken 100, — (Basalt; dann kann die Menge der VWarecksoda bedeutend vermindert werden.)

Grünes Fensterglas, *Broad-glass, inferior window-glass*. 11 Pf. trocknes Glaubersalz, 10 Pf. Seifensiederflufs, $\frac{1}{2}$ Scheffel ausgelaugten Seifensiederäscher, 50 Pf. Sand, 22 Pf. Heerdglas, 1 Ctnr. grüne Glasbrocken. — Desgleichen 6 Scheffel Kalkäscher, 3 Scheffel Kelpsoda, 4 Scheffel Sand; diese Materien werden 20 bis 30 Stunden calcinirt, und in 12 bis 15 Stunden zu Glas geschmolzen.

Halbweißes Glas, *verre à vitre demi-blanc*, 20 Pfund Pottasche, 11 trocknes Glaubersalz, 10 Seifensiederflufs, 55 Sand, 140 Tafelglasbrocken. — 100 Sand, 235 rohe VWarecksoda, 60 Asche, $1\frac{1}{2}$ Braunstein, 100 Glasbrocken.

Weißes Glas, *verre à vitre blanc, ou en table*, 40 Pf. Pottasche, 11 Kreide, 76 Sand, $\frac{1}{2}$ Braunstein, 95 weiße Glasbrocken; — 50 gereinigte Pottasche, 100 Sand, 20 Kreide, 2 Salpeter. — 100 weißen Sand, 65 gute Pottasche, 6 zerfallnen Kalk, 50 Glasbrocken, 1 arsenige Säure, $\frac{1}{3}$ Braunstein. — 100 weißen Sand, 80 gute Soda, 8 Kreide, 110 Glasbrocken, $\frac{1}{5}$ Braunstein ($\frac{1}{10}$ Kobaltoxyd).

Crown-glas (*Window-glas*, Fensterglas), 300 feinen Sand, 200 gute Soda, 33 Kalk, 250 bis 300 Glasbrocken. — 60 weissen Sand, 30 gereinigte Pottasche, 15 Salpeter, (1 Borax,) $\frac{1}{2}$ arsenige Säure.

Krystallglas ohne Bleioxyd, *verre à Gobeletterie*, 60 gereinigte Pottasche, 120 Sand, 24 Kreide, 2 Salpeter, 2 arsenige Säure, $\frac{1}{16}$ Braunstein. — 70 gerein. Pottasche, 120 weissesten Sand, 10 Salpeter, $\frac{1}{2}$ arsenige Säure, $\frac{1}{2}$ Braunstein. — 100 weissen Sand, 50 bis 60 ger. Soda, oder Pottasche, 8 kohlen. Kalk, 50 Glasbrocken, $\frac{1}{2}$ Braunstein.

Bleiglas, Krystallglas, Flintglas, (Klingglas), *Cristal*, 120 weissen Sand, 50 Mennige, 40 gereinigte Pottasche, 20 Salpeter, $\frac{1}{2}$ Braunstein. — 120 weissen Sand, 40 ger. Pottasche, 35 Mennige, 13 Salpeter, $\frac{1}{2}$ Braunstein. — 30 feinsten Sand, 20 Mennige, 8 ger. Pottasche, 2 Salpeter, ein wenig arsenige Säure und Braunstein. — 100 Sand, 45 Mennige, 35 ger. Pottasche, $\frac{1}{2}$ Braunstein, $\frac{1}{2}$ arsenige Säure.

Spiegelglas, *verre à glaces*, *plate-glas*, ganz weissen Sand 300, trockne gereinigte Soda 100, kohlen. Kalk 40, Braunstein 1, Glasbrocken 300. — Feinsten Sand 420, ger. Soda 450, gebrannten Kalk 80, Salpeter 25, Glasbrocken 425. Man schreibt auch einen Zusatz von Borax oder Boraxsäure vor, (so auch etwas Kobaltoxyd).]

Das Verfahren beim Glasmachen ist ungefähr folgendes. Die zur Glasbereitung bestimmten abgemessenen Materialien, der Glassatz, werden in den Materie- oder Fritteofen, nachdem vorher die Feuchtigkeit und brennbare Substanzen enthaltenden Ingredienzien calcinirt worden sind, (wie Kalk, Seifensiederäsker, rohe Soda) unter stetem Umwenden mit eisernen Haken erhitzt, jedoch nicht so stark, daß sie in Fluß gerathen. Durch diesen Vorbereitungsprozeß, das Fritten, *frittage*, *fritting*, werden die ungleichartigen Substanzen in eine nähere Berührung mit einander gebracht, und mit Hülfe der Wärme eine innige chemische Verbindung vorbereitet. Man erreicht durch diesen Vorbereitungsprozeß gleichförmigere Masse, durchsichtigere, reinere Gläser; Braunstein, Mennige, Kobaltoxyd setzt man zum Glassatz vor dem Fritten; Holzfeuerung ist für Fritte zum weissen Glas nothwendig. Da das Fritten holz- und zeitraubend ist, so hat man in mehreren Fällen diese Vorbereitung aufgegeben, indem sich obige Vortheile durch geschickte Leitung des Schmelzens erreichen lassen. — So wie die Häfen in dem Aufwärmeofen stark und lang genug erhitzt worden sind, werden sie in den Schmelzofen, dessen Temperatur mit der des erstern gleich sein muß, nachdem die Aufbrechlöcher aufgemacht worden, glühend so schnell als möglich gebracht, worauf jene wieder vermauert werden; eine sehr gefährliche Operation, *enfournement*, *setting of pots*. Man läßt langsam die Hitze steigen, und unterhält sie an 6 bis 8 Stunden, ehe man die Häfen ladet. Man trägt in die glühenden Häfen die roth-

glühende Fritte durch die Arbeitslöcher in 2 bis 3 Zeitabschnitten ein, damit sich während dem die geschmolzene Glasmasse, Metall, gehörig läutere (*affiner, refining*), die Luftbläschen sich entfernen, die Glasgalle, *glafs-gall*, sich an der Oberfläche des geschmolzenen Glases abscheide. Diese Masse besteht hauptsächlich aus Chlorkalium, *sel de verre*, (schwefels. Kali, *fel de verre*), aus der Pottasche, der Asche, der nicht gereinigten Soda herrührend, sie schwimmt oben auf, verglast nicht mit der Kieselerde, und verdirbt leicht das Glas. Man schöpft sie theils mit einem eisernen Löffel ab, theils läßt man sie auch wohl, wenn es nur wenig ist, bei einem hohen Hitzgrad des Ofens sich verflüchtigen, was aber eine längere Zeit der Läuterung erfordert. Es giebt besonders viel bei der Anwendung von Asche, Warecksoda, Seifensiederflus; sie läßt sich durch möglichste Reinigung der alkalischen Substanzen vermeiden.

[Glasgalle dient zur Salpeterfabrikation, vergleiche oben Seite 330, zum Färben des Goldes auf Bronze, und zu einigen andern Zwecken.]

Ist die Glasmasse gehörig geschmolzen, geläutert, so wird die Hitze im Ofen so weit vermindert, (der Ofen abgelassen, kalt geschürt) daß das Glas zäher wird und zum Bearbeiten geschickt; bei dieser Temperatur (29 bis 30° Wedgwood) muß der Ofen so lange erhalten werden, als das Verarbeiten dauert. Zur Verfertigung des Hohlglases ist die Pfeife, *canne, blowing-iron*, ein unentbehrliches Werkzeug; es ist ein eisernes Rohr, ungefähr 4½ bis 5 Fufs lang, 2 bis 3 Linien im Lichten, am einen Ende mit einem Mundstück und hölzernen Handgriff von etwa 1 Fufs Länge, am andern mit einem runden Knopf; es ist die Seele der ganzen Fabrikation. Außerdem sind noch erforderlich, Hesteisen, *pontil*, eiserne Platten, (Marbel) um auf denselben das an der Pfeife haftende ausgeblasne Glas zu ebnen; Scheeren zum Ausweiten und Ebnen der Mündungen und Hälse der Gefäße, Sprengeisen etc., Formen von Holz, Eisen, Kupfer, Messing. Der Arbeiter taucht die angewärmte Pfeife ins Glas, nimmt etwas mit derselben heraus, läßt es etwas erkalten, taucht wieder ein, bis die Glasmasse die gehörige Gröfse erreicht hat. Soll es eine Flasche werden, so wird das Glas, nachdem die Pfeife in vertikaler Richtung gedreht worden ist, um der anhängenden Masse eine längliche Form zu geben, und auf der Eisenplatte gearbeitet, zur Eiform aufgeblasen, darauf durchs Arbeitsloch hindurch in den Ofen gehalten, indem die Pfeife auf einem eisernen Bock aufgelegt wird, um das Glas wieder weich zu machen. Hierauf wird es in einer Form unter stetem Umdrehen der Pfeife und Andrücken des Glases gegen den Boden aufgetrieben. der Nabel der Flasche einge-

drückt, und der Hals von der Pfeife durchs Benetzen mit Wasser abgesprengt. Man befestigt am Nabel das sogenannte Nabeleisen, legt einen Glasfaden um die Mündung der Flasche, den Ring bildend, wärmt den Hals auf, und gleicht die innere Mündung und den Hals mit einem pincettenartig gestalteten Instrument unter stetem Drehen aus. Ist die Flasche fertig, so wird sie nach dem Kühllofen getragen und das Nabeleisen abgelöst. Der Kühllofen muß bis zur Dunkelrothglühhitze geheizt sein (für Flaschen); ist er völlig gefüllt, so werden alle Zugänge vermauert, und derselbe einer langsamen Abkühlung überlassen, bis man ohne Nachtheil die Hand hineinhalten kann.

Soll Tafel- oder Spiegelglas geblasen werden, so wird durch öfters Eintauchen eine bedeutend große Glasmasse an den Knopf der Pfeife befestigt (an 4 Pfund und darüber), länglich bearbeitet, aufgetrieben und dann pendelartig in eigens dazu in der Hüttensohle angebrachten Versenkungen hin und her bewegt, während dem absatzweise geblasen wird; hierdurch nimmt das Glas eine cylindrische Form an. Nun muß der Cylinder am entgegengesetzten Ende durchgeblasen werden, welches dadurch bewerkstelligt wird, daß der Bläser, sobald der Cylinder im Ofen recht heiß geworden, mit aller Kraft hineinbläst, und so ein rasches Ausdehnen und Oeffnen bedingt. Darauf wird wieder pendelartig geschwenkt und, wenn die gehörige Länge erreicht ist, abgesprengt; alsdann wird der Länge nach der Cylinder aufgesprengt, indem man Wassertropfen daran herablaufen läßt, und mit einem glühenden Eisen denselben nachführt. Man bringt die Cylinder nach dem Strecklofen, wärmt sie erst allmählig an, und legt sie dann mit einem heißen eisernen Instrument, Walzengabel, mitten auf die mit feinem Sand oder Kalk bestäubte Streckplatte, die Längenspalte nach oben gekehrt. Das Glas weich geworden durch die Hitze legt sich selbst platt, und wird mit dem Streckeisen auf die Streckplatte angedrückt, mit dem Polireisen geebnet, aufgestellt und in den Kühllofen geschoben, wo die Tafeln an quer durchgehende eiserne Stangen angelehnt, neben einander in vertikaler Stellung abkühlen. Sind es Spiegelgläser, so müssen sie, wie die gegossenen Spiegelplatten, liegend kühlen.

Eine eigne Fabrikation von Tafelglas ist die des sogenannten Mondglases, *verre à boudines*, welche zuerst in Frankreich in der Normandie betrieben wurde, jetzt aber weit seltner ausgeübt wird. Das englische *Crown-glass* ist ein Fabrikat dieser Art.

Der Glasbläser treibt das Glas in Form einer Melone auf, *flashing*, befestigt dann am untern Ende ein Eisen an, und drückt die Bodenfläche platt. Hierauf wird es von der Pfeife abgesprengt, in einem eignen Ofen mit sehr großem Arbeitsloch, Auslauflofen genannt, *flashing furnace*,

aufgewärmt und durch die Centrifugalkraft des schnellen Umdrehens der Pfeife immer flacher und flacher, bis das Gefäß endlich in eine ebne große Scheibe von 40 bis 50 ja 60 Zoll Durchmesser ausgeflächt ist. Es wird sodann in einem angebauten, eigens construirten Kühllofen abgekühlt. Man bemerkt in der Mitte dieser kreisförmigen Glasscheiben eine etwas dickere Stelle, das Ochsenauge, *bull's eye*. Aus diesen runden Scheiben schneidet man halbe Monde, Mittelstücke, viereckige Scheiben sechseckige u. s. w.

Bei der Verfertigung von Bleiglas, *Flintglass* *), Klingglas, auch wohl Krystallglas genannt, welches ganz besonders zum Schleifen sich eignet, ist der nöthige Hitzgrad im Schmelzlofen weit geringer, 5 bis 6000° R., als bei andern Gläsern, wegen der Leichtflüssigkeit, welche das Bleioxyd bedingt; beim Schmelzen darf kein Rauch entstehen, muß man aber Steinkohlen anwenden, welche Rauch machen, so können nur bedeckte Häfen angewendet werden (wie namentlich in England), was eine weit beschwerlichere Arbeit macht (48 Stunden dauert die Schmelzhitze) und, um eben so schnell zu schmelzen, als mit offenen Häfen, einen stärkern Zusatz von Bleioxyd erfordert. Zur Läuterung muß bedeutende Zeit verwendet werden. Bei dem Zusatz von Mennige ist es schwierig ein durchweg gleiches Glas zu erhalten, indem wegen des großen specif. Gewichts derselben das entstehende Bleiglas sehr schwer ausfällt und sich sehr bald lagert, wodurch sich die ganze Glasmasse im Tiegel in Schichten von verschiedner Dichtigkeit absondert, Wellen im Glase entstehen. Zum optischen Gebrauch ist besonders von *Fraunhofer*, *Guinand*, vortreffliches Glas in unsrer Zeit dargestellt worden. Um das Schleifen für kleinere Gegenstände zu ersparen, treibt man das Glas in fein polirten Messingformen auf, welche aus zweien mit Charnieren verbundenen Stücken bestehn.

Die Verfertigung gegossner Spiegelplatten erfordert eigne Einrichtungen. Der Glassatz wird bei Holzfeuer, neuerdings auch mit Steinkohlen, in den Schmelzöfen eingeschmolzen, welche eine bedeutende Größe haben. Ist das Metall geläutert, so wird es in eigne kleinere vierkantige Gießhäfen, *cuvettes*, *cisterns*, die vorher gehörig angewärmt worden sind, umgefüllt (*cuvage*); in denselben bleibt es noch eine Zeit lang im Ofen stehn um alle Luftbläschen auszutreiben (*revenir le verre*). Darauf werden die Gießhäfen mittelst Krannen aus dem Ofen gehoben, auf einen Wagen gestellt, nach der Gießtafel hingefahren, um dort entleert zu werden. Die Tafel, auf welcher das Glas ausgegossen wird,

*) Also genannt, weil man sich früher der calcinirten Feuersteine, *flints*, zu dessen Bereitung bediente.

ist aus einem Stück von Kupfer oder Kanonengut, völlig eben und polirt, 2 Fuß lang, $7\frac{1}{2}$ Fuß breit, 4 bis 6 Zoll dick. (In England bediente man sich gusseiserner Tafeln von beträchtlicher Dicke, man fand sie nicht orthelhaft.) Die Tafeln ruhen auf einem sehr stark gearbeiteten hölzernen Gerüst, welches auf angebrachten Walzen fortgerollt werden kann; die Höhe des Gießtisches beträgt etwa $2\frac{1}{2}$ Fuß. Um beim Guss die Breite und Stärke der zu gießenden Glastafel zu bestimmen, dienen eiserne oder bronzene Lineale, *tringles, rulers, ribs*; die Höhe derselben bestimmt die Stärke, der Abstand von einander die Breite der Glastafel. Soll nun der Guss vor sich gehen, so muß der Kühllofen, *carnisse*, vorher angefeuert, die Tafel angewärmt sein; man bringt den Gießlofen heran, schäumt das Glas ab, hebt ihn über die Tafel mittelst eines Krahns in die Höhe und gießt aus. Sogleich wird mit einer bronznen oder gusseisernen Walze, deren Länge gleich der Breite der Tafel, das Glas ausgebreitet, und gleichmäßig ausgewalzt, so daß es die bestimmte Stärke erhält, welche die Höhe der eisernen Lineale setzt. Ist diese Arbeit vollbracht, so wird die Glasplatte in den Kühllofen geschafft. Während dies geschieht, wird schon wieder eine neue gegossen. Sobald der Kühllofen gefüllt ist (man hat solche zu 2, 4, ja 6 Platten), wird er völlig verschlossen, um ihn sehr allmählig abkühlen zu lassen, was eine sehr wichtige Sache ist, denn sonst zerpringen die Platten von der geringsten Erschütterung, Temperaturwechsel. Das Gewölbe der Kühllofen für gegossne Platten ist sehr flach, hat mehrere Luftlöcher, welche mittelst Blechplatten verschlossen werden können, auf welche man Thon oder Lehm streicht. Die Glasplatten werden nicht auf die hohe Kante gestellt, sondern platt auf die Sohle des Ofens gelegt, welche zu dem Ende höchst eben gefertigt worden und mit Sand bestreut sein muß. Nach dem Abkühlen werden die Platten mittelst Diamanten an den beiden Enden glatt geschnitten.

Das Schleifen der Platten wird nun also verrichtet. Man kittet die Glasplatten in Gyps auf eine hölzerne oder steinerne Tischplatte, (Schleifbank) eben so andere auf eine kleinere Steinplatte, welche am Boden eines viereckigen hölzernen Kastens sich befindet (Reibkasten, Oberkasten), legt letztere so auf erstere, daß die Flächen der Glasplatten sich berühren; man streut etwas geschlemmten Sand zwischen beide Flächen, tröpfelt Wasser auf, und läßt nun die obere sich schleifend über der untern in allen Richtungen durch Menschenhände oder Maschinen hin und her bewegen. Nach und nach nimmt man immer feinern Sand, bis die Flächen eben geworden, darauf werden die Platten gewendet und ebenso abgeschliffen. Das Gewicht des abgeschliffnen Glases ist nicht unbeträchtlich, das Glaspulver mit jenem Sand

gemengt wird zur Flaschenbereitung angewendet, weil der Sand rein, eisenhaltend; man hat daher statt des Sands Feuersteinpulver angewendet; weil dann das abgeschliffene zu feinerem Glas wieder angewendet werden kann. Das Abschleifen geschieht langsam, man reibt täglich $4\frac{1}{2}$ Quadratfuß Fläche. Sind die Platten mit Sand gehörig geschliffen, das Raushschleifen und Klarschleifen, *dégrossir*, *grinding and ruffing*, so wird Schmirgel zu demselben Zweck angewendet (Feindouoiren), *savonnage, smoothing*; zu dem Ende man die unterste Platte auf eine mit Flanell bedeckte Tafel. Zu erfolgt das Poliren, *poliment, polishing* mit Colcothar, welches so wie das Schleifen mittelst einer Maschine verrichtet wird, theils mit der Hand, indem das Polirkissen mittelst eines an der Decke befestigten Spreitzbalkens stark auf die Platte angedrückt wird. Auch hierzu eine eigne Vorrichtung von Holz mit Filz überzogen, welche mittelst Metallplatten gegen die Glasplatte angedrückt und darauf hin- und her bewegt wird.

Nachdem jene Operationen beendet, die Platten fehlerfrei befunden worden, werden sie belegt, *mise au tain, foliating, silvering*, heißt mit einem Amalgam von Zinn und Quecksilber auf einer Flanell bedeckt, *étamage*, damit die Lichtstrahlen, welche zwar schon von der vordern glatten Fläche des Glases zum Theil zurückgeworfen werden, möglichst vollständig zurückgestrahlt werden. Man breitet zu dem Ende auf Tischen mit Steinplatten, Belegsteine, welche vollkommen horizontal gelagert und eben sind, Stannioltafeln, (dünn ausgewaltes Zinn) Spiegelfolie (*feuille d'étain, tinfoil*) aus und zwar von solcher Größe, daß dieselben über die Ränder der Glasplatte vorstehen. Nachdem die Stanniolblätter ganz eben gestrichen sind, gießt man Quecksilber auf dieselben und breitet es auf ihnen aus, so daß alle Stellen davon bedeckt sind. Darauf wird die vollkommen gereinigte Spiegelplatte so auf das Amalgam gelegt, daß die vorangehende Kante der breiten Seite der Platte stets unter der Oberfläche des Quecksilbers aber ohne die Folie unmittelbar zu berühren, vorgeschoben wird, alles Oxyd, Staub, Luft zu entfernen. Ist die Platte gehörig aufgesetzt so wird ein Gewicht aufgesetzt, die Tafel etwas geneigt, damit überflüssige Quecksilber ablaufen kann; darauf wird die Platte mit Flanell bedeckt, und mit Gewichten an allen Punkten gehörig beschwert und bleibt so 24 Stunden liegen, während dem die Tischplatte in mehr geneigt wird (8 bis 10°). Nachher bringt man die Platten auf hölzerne Ablaufgerüste, die belegte Seite nach oben gekehrt und so legt, daß sie an einer Ecke am tiefsten liegen, um sie nach und

fast vertikal zu stellen, damit auch die letzte Spur von Quecksilber ablaufen kann. Hiezu sind $2\frac{1}{2}$ bis 4 Wochen erforderlich.

[Im 14ten Jahrhundert verfertigte man kleine runde Spiegel mit Blei übergossen, indem man eine Glaskugel blies und diese mit jenem Metall überzog. Im 16ten Jahrhundert wurden auf der Insel Murano bei Venedig bereits Spiegel mit Amalgam belegt. Unter Ludwig XIV. wurde die erste Spiegelfabrik von geblasnem Glas zu Tourlaville bei Cherbourg 1665 errichtet; 1688 wurde eine Spiegelgießerei von Thevert zu Paris angelegt, sehr bald aber nach St. Gobin bei la Fère, im Departement de l'Aisne, verlegt. In England wurde 1771 eine Spiegelgießerei zu Ravenhead in Lancashire eingerichtet, so wie zu East-Smithfield eine Glashütte ist, in welcher man Spiegelglas bläst. — Vergleiche das D. t. Artikel „Glase“ T. X. p. 182. P. ch. E. Vol. II. p. 220. *Bastenaire-Daudenart* a. a. O. p. 250. — Ueber die Fehler im Glas siehe die genannten Werke und *Loysel* a. a. O. S. 242: es sind Streifen, Fäden, Tropfen, Striche, Blasen, Knoten, theils von in die Glasmasse gefallen Tropfen eines Thonerdeglasses herrührend, welches von dem Gewölbe des Schmelzofens abtropft (das Schlieren des Ofens), indem hier von den verflüchtigten Alkalien eine oberflächliche Verglasung und Schmelzung eintritt, theils von größern Sandkörnern, Steinchen, Glasgalle, theils von Luft, welche nicht gehörig durch längere Läuterung entfernt worden ist.]

Eigenschaften des Glases. Es ist durchsichtig, farblos, oder durch fremde Substanzen, Metalloxyde, Kohle gefärbt, hart, besonders das mit Natron bereitete, überhaupt ein solches, welches durchaus keinen Ueberschuß an Alkali enthält und lange geschmolzen wurde. Es dehnt sich in der Hitze sehr wenig aus, wird aber durchs Erhitzen weich, dehnbar, so daß es sich aufs Feinste ausziehen läßt, zur Dünne eines Coconfadens (Glasspinnerkunststücke); in diesem Zustand der feinsten Zertheilung ist es bedeutend elastisch. Es ist klingend, besonders das bleihaltige, wird durch Reiben an Wollenzeug, an Amalgam + elektrisch, bricht die Lichtstrahlen, am meisten den violetten, am wenigsten den rothen, jedoch nicht jede Glassorte gleich stark, am bedeutendsten tritt die Farbenzerstreuung beim bleihaltigen Flintglas hervor, welches auch dieserhalb zum optischen Gebrauch angefertigt wird, seit *John Dollond* 1757 die Entdeckung machte, daß durch ein Linsenglas von Crownglas und ein Hohlglas von Flintglas die Farbenzerstreuung beträchtlich vermindert, für einzelne Strahlen aufgehoben werden kann. Gutes Glas muß Abwechselungen der Temperatur möglichst ertragen, und zwar desto leichter, je dünner es ist, weil es dann, als schlechter Wärmeleiter, desto schneller die Temperatur wechseln kann. Schlecht gekühlte Gläser zerbrechen sehr leicht, wie die holländischen Glas-

tropfen, (Glasthränen), *larmes bataviques*, *glafs tears*, *Prince Rupert's drops*, und die Springkolben, *glafs cups*, Bologneser Fläschchen, *foles philosophiques*, *Bologna phials*, beweisen; erstere zerbersten in ein gröberes Pulver, wenn man den Stiel abbricht, letztere zerspringen in Stücke, wenn ein scharfes Stückchen Feuerstein hineinfällt, obschon sie von einem Schlag eines nicht ritzenden Körpers nicht zertrümmert werden. Erstere sind schnell in kaltem Wasser, letztere an der Luft abgekühlt, wodurch eine widernatürliche Lage der kleinsten Theilchen und Spannung hervorgebracht zu werden scheint. Hieraus leuchtet der Nutzen einer guten Kühlung aller Glasgeräthe ein. Man hat gefunden, dafs, wenn Glasgeräthe nicht gut abgekühlt waren, eine nachträgliche Behandlung in folgender Art nützt. Man thut dieselben in einen Topf mit Wasser, Salzwasser, oder Oel, und läßt dann die Flüssigkeit eine kurze Zeit lang kochen, und langsam erkalten, wodurch die frühere Sprödigkeit bedeutend vermindert wird. — Das specifische Gewicht des Glases ist nach Mafsgabe der verschiedenen Mischungen sehr verschieden, auch nach den angewendeten Hitzgraden.

[*Loysel* giebt für Glas aus Sand und Alkali an 2,36 bis 38; für Spiegelglas aus Soda und Kalk, 2,42 bis 48; Natronglas 2,52 bis 53; halbweisses Fensterglas 2,68 bis 70; Bouteillenglas 2,65 bis 73; Bleiglas (Krystallglas) 2,8 bis 3,3 ja 3,6, wenn der Gehalt an Bleioxyd sehr beträchtlich.]

Nach der verschiedenen Mischung ist auch die Schmelzbarkeit verschieden; je mehr Bleioxyd das Glas enthält, desto leichter, je weniger Alkali, je mehr Sand, desto schwerer ist es zum Schmelzen zu bringen, Natronglas ist leichter schmelzend als Kaliglas. Das Glas wird von einigen starken Säuren angegriffen, von Flußsäure aufgelöst (siehe vorn Seite 272), von conc. Schwefelsäure und Phosphorsäure beim Kochen, so wie von starken Aetzlaugen, selbst vom Wasser (vergl. vorn Seite 102). 100 Gran Flintglas, öfters mit Wasser abgekocht, hatten nach *Griffiths* 7 Gran verloren. Diesem ist das Kaliglas mehr, weniger das Natronglas, ausgesetzt, Kalkerde haltendes Glas wird am meisten angegriffen; man probirt daher auch die Güte der Gläser dadurch, dafs man conc. Schwefelsäure oder Königswasser in ihnen kocht. Auch an der Luft erleidet manches Glas, besonders Kaliglas, eine Veränderung; das mit Alkali übersetzte Glas wird nämlich allmählig blind, indem durch die Einwirkung der Feuchtigkeit das Alkali oberflächlich sich löst, die Oberfläche verliert dadurch den Glanz, und es entstehen sehr feine Schuppen, die sich allmählig ablösen. Solches Glas spielt die Regenbogenfarben sehr schön, besonders grün und blau, aus demselben Grund

Grund als Fischschuppen, Perlmutter, Irisknöpfe etc., (*Göthe's* epoptische Farben, durch Biegung hervorgerufen). Eine ähnliche Veränderung erleidet das Glas auch in der Erde, unter Wasser, namentlich durch Schwefelwasserstoff. Glas, welches einen zu starken Zusatz von Braunstein erlitten, wird vom Licht nach und nach rosenroth, violett, nicht aber da wo es bedeckt, vor dem Licht völlig geschützt ist, (vergleiche oben Seite 370 beim Braunstein).

[Sind wohl die Glasarten als feste chemische Verbindungen der Kieselsäure mit alkalischen, erdigen und metallischen Basen zu betrachten? Nein. Wenn auch hin und wieder durch eine und die andere Analyse ein ziemlich genaues Verhältniß der Sauerstoffmultipeln sich findet, so giebt es weit mehrere andere Fälle, wo so etwas nicht zutrifft. Meist enthält die Kieselerde ungefähr 4mal so viel Sauerstoff, als die mit ihr verbundenen Basen, auch wohl 6 bis 9 mal so viel im Spiegel- und Bleiglas. — Das Nähere in *Dumas Tr. de ch. Tom. II. p. 538.*]

Ueber die Darstellung von farbigen Glas und Glasmalerei. Sämmtliche hiezu angewendete Farbstoffe gehören dem Mineralreich an, sie müssen den hohen Hitzgrad, der zum Schmelzen des Glassatzes erforderlich ist, oder doch die Hitze des Einbrennens der Schmelzgläser, ohne Veränderung zu erleiden, aushalten.

[Rothe Farben liefern: 1) der *Cassius'sche* Goldpurpur (aus Gold und Zinnoxid bestehend), und zwar ein Purpurroth, *pourpre rosé*, von ausnehmender Kraft und Reichthum; 2) silberhaltender Goldniederschlag, (aus Gold- und Silberoxyd bestehend), liefert schönes Karminroth zu den Fleischtinten; 3) Eisenoxyd, (Colcothar, oder aus salzsaurem, salpeters. Eisenoxyd, durchs Verbrennen von Eisen, durchs Glühen von Ocker etc. dargestellt), theils wenig, theils mit mehr Thonerde versetzt, Fleischroth; 4) Kupferoxydul ist nur für Ueberfangglas geeignet, (siehe weiter unten).

Blaue Farbe liefert Kobaltoxyd, geröstetes Kobalterz, (Zaffra) Smalte, fein gemahnes blaues Kobaltglas. Je mehr es Nickeloxyd enthält, desto mehr sticht das Blau ins Braunrothe, denn Nickeloxyd färbt Glasflüsse hyacinthroth. Auch durch Eisenoxydul scheint eine Blaufärbung möglich zu sein, so wie durch Kupferoxyd.

Gelb wird durch antimonigsaures Kali erhalten, (*Antimonium diaphoreticum*); ein Zusatz von Eisenoxyd nüancirt ins Orange; man wendet ersteres auch mit Mennige zugleich an, und dann bildet sich das Neapelgelb, *Jaune de Naples*. Chlorsilber (Hornsilber) und borax. Silberoxyd geben auch eine gelbe Farbe. (Kohlenstoff macht das ordinäre Bouteillenglas roth- und braungelb, weshalb man oxydierende Substanzen bei feinern Gläsern zusetzen muß, um diese Färbung aufzuheben.)

Grün wird theils durch Chromoxydul und Kupferoxyd, welches letz-

tere eine ausgezeichnete färbende Eigenschaft besitzt, erzeugt, theils aus antimoniger Säure, Mennige und Kobaltoxyd gemischt. (Eisenoxydul färbt das Bouteillenglas grün).

Violett durch Manganoxyd, aus Braunstein und einem Zusatz von Salpeter (mit etwas Goldpurpur besonders schön); ein mit Manganoxyd gefärbtes Glas hat die Eigenschaft im rauchigen Theil der Flamme, welcher desoxydirend wirkt, farblos, und in dem äußern, oxydirend wirkenden, Saum der Flamme, oder in der Spitze derselben, wieder gefärbt zu werden.

Schwarz durch viel Eisenoxydul, besonders mit einem Zusatz von Kupferoxyd und Braunstein, Kobaltoxyd; gleiche Theile geglühter Braunstein, Kupfer- und Kobaltoxyd. — Braun, mittelst Eisenoxyd mit erdigen Stoffen vermengt, calcinirten Ocker, *Terre de Sienne*.

Weiß liefert Zinnoxid, welches als höchst strengflüssig sich zwischen die Theilchen des Glasflusses legt, dadurch das Glas durchscheinend, trüb macht; es wird besonders zum Email und zur Glasur von Fayence, Ofenkacheln gebraucht.

Die Art und Weise der Zubereitung der einzelnen Farbstoffe wird im Verfolg der Beschreibung der einzelnen Metalle am gehörigen Ort gelehrt werden. Durch die großen Fortschritte in der Chemie neuerer Zeit sind die Farben in so reicher Fülle geschaffen worden, so rein und schön, daß die Glasmalerei neuerer Zeit gegen die der Alten vieles voraus hat.

Um nun die genannten Farben auf Glas einbrennen zu können, ohne daß dadurch die Glastafel selbst sich verzicht, oder gar schmilzt, müssen den genannten Materien Flussmittel, *fondans*, zugesetzt werden, die aber nach der Natur jener verschiedenartig sind. Man bedient sich für die Metalloxydfarben der Mennige, Bleiglätte, des basisch salpeters. Wismuthoxyds, *blanc de fard*, für salzige Farbstoffe des Boraxes, des kohlens. Natrons, des Salpeters. Diese werden mit feinsten Sand, calcinirten Feuerstein, Milchquarz in verschiedenen Verhältnissen innig vermengt zusammengeschmolzen, wodurch leichtflüssige Gläser, Flüsse erhalten werden. Man nimmt z. B. 2 Theile Quarzsand, $1\frac{1}{2}$ Boraxglas, $\frac{1}{2}$ Salpeter und $\frac{1}{2}$ gereinigten kohlens. Kalk, dies liefert einen alkalischen Fluß; 3 Theile Quarzsand, $2\frac{1}{2}$ Bleiglas (geschmolzenes Bleioxyd), 1 Wismuthglas, den metallischen Fluß, *glass of lead*; gleiche Theile beider den gemischten Fluß. Die Menge des Flusses, welche jede Farbe erfordert um gehörig zu fließen, und einen glasglänzenden Ueberzug zu bilden, ist sehr verschieden, meist 3 bis 4 Theile; dadurch wird auch die Tiefe der Farben bestimmt. Nicht jede Farbe kann mit demselben Fluß aufgetragen werden, so verlangt z. B. Goldpurpur, Kobaltblau einen alkalischen Fluß, denn Blei- und Wismuthoxyd wirken nachtheilig ein; dagegen die andern dunkeln Farben mit Bleifluß und gemischtem Fl. sehr gut werden. Einige Farben müssen mit dem passenden Fluß erst verglasen, ehe sie aufgetra-

gen werden können, indem die geringere Hitze des Einbrennens unter der Muffel nicht hinreichend ist, ihre eigenthümliche Farbe gehörig zu entwickeln: dahin gehört das Kupferoxyd, die gelben, blauen, violetten Farbstoffe; beim Goldpurpur, Eisenoxyd ist dabei viel Vorsicht nöthig, um die leicht zerstörbaren Farbentöne nicht durch zu große Schmelzhitze zu zerstören. Die erhaltenen gefärbten Schmelzgläser werden gepulvert, fein gerieben mit Wasser und trocken aufbewahrt.

Nicht jedes Glas ist zum Bemalen tauglich, denn jeder Ueberschuß an Alkali schadet; daher ein möglichst hartes, viel Kiesel enthaltendes trocknes, keine Feuchtigkeit anziehendes, leichtes Tafelglas den Vorzug verdient, — böhmisches Glas. Man reibt die farbigen Schmelzgläser mit Terpentinöl auf Glasplatten ab, und trägt sie mit dem Pinsel auf, zur Palette dient eine Porzellanplatte. Das Technische des Malens selbst muß hier übergangen werden. Ist die Tafel bemalt, so folgt das Einbrennen, *cuisson*, unter der Muffel, eine sehr schwierige und große Umsicht und Erfahrung erfordernde Operation. Zu diesem Endzweck bedient man sich aus feuerfestem Thon gefertigter großer Muffeln, mit einer Thonplatte zu verschließen, die auf Trageisen gelagert, von dem Flammfeuer eines Heerds von allen Seiten geheizt werden können, *fourneau de vitrification*; zum Abkühlen aber eigner Kühlöfen, *fourneau de recuisson*, die aus dünnern Platten gefertigt durch Kohlfener erwärmt werden. Die einzelnen Platten werden eine über die andere auf Thonplatten gelagert, die durch thönerne Träger getragen werden. Um den Hitzgrad beurtheilen zu können, dienen bemalte Probegläser, die man in den Einbrennofen mit einsetzt, und mittelst eines Spatels, *palette*, herausnehmen kann. Sind die Farben gut geflossen und verglast, so werden die Platten in den Kühlöfen gebracht, in welchem sie allmählig abkühlen, denn sonst ist ihre Dauer sehr vergänglich.

D. t. T. XV. p. 453 Artikel „Peinture“ T. XVI. p. 493 (Additions). *Rees Cyclopaedia* Vol. XVI. „Glass Painting.“ *Edinburgh Encyclopaedia* Vol. X. p. 316.

Man muß 3 Arten von Glasmalereien unterscheiden, nämlich die Malerei in gefärbten Gläsern, *Glass staining*, die Malerei auf farbloses Tafelglas, und die Malerei auf Spiegelglas; nicht selten hat man aber auch die beiden ersten Methoden zugleich angewendet, was eine vierte Art der Glasmalerei ausmacht. — Was die eigentliche Glasmalerei betrifft, so ist im Vorstehenden eine kurze Notiz der gebrauchten Farben gegeben worden. Die erst genannte Art der Glasmalerei ist unstreitig die älteste; man fertigt farbige Glastafeln, und zwar blaue, violette, gelbe, grüne, rothe, und setzt dieselben dann in passende Stücke geschnitten mit Fensterblei zusammen. Die Anfertigung von rothem Glas zu diesem Zweck war bis auf die neuesten Zeiten so in Vergessenheit gerathen, daß man glaubte die Kunst sei ganz verloren gegangen. Man fertigt das rothe Glas nicht mit Goldpurpur, denn dieser

giebt kein scharlach- und feurig weinroth, und würde auch viel zu theuer sein, auch nicht mittelst Eisenoxyd, sondern mittelst Kupferoxydul^{*)}. Da aber dieses einen ungemein tiefen Farbenton hervorbringt, wodurch das Glas an Durchsichtigkeit verlieren würde, so wird rothgefärbtes Glas auf farbloses, weißes Glas blos als ein höchst dünner Ueberzug aufgeblasen, welches gleichsam plattirte Glas Ueberfangglas genannt wird. Die technische Ausführung ist folgende. Man setzt 2 Tiegel in den Ofen, in dem einen bleihaltiges Klingglas, in dem andern das Kupferoxyd enthaltende grüngefärbte. Der Glasbläser taucht seine Pfeife zuerst in dieses, und nimmt ein wenig auf, sodann in den Tiegel mit weißem Glas, und nimmt von diesem weit mehr auf, treibt dann das plattirte Glas, wie zu Tafelglas üblich ist, auf; dann wird die Tafel geplättet und durchs Anräuchern (Desoxydation durch die russigen Theile der Flamme) das Kupferoxyd zum Oxydul reducirt, wodurch die Farbe des dünnen Ueberzugs schön dunkelroth erscheint. Von dieser Art ist alles rothe Fensterglas in den bunten Kirchenfenstern früher Jahrhunderte; solches Glas wird jetzt in Frankreich zu Choisy-le-Roi, ferner bei Besançon, und nach *Engelhardt's* Angaben in Schlesien zu Hofnungsthal von *Matterne* gefertigt.

Die farbigen Glastafeln werden, wie gesagt, zerschnitten, die Schatten und Halbschatten mit Schmelzfarben aufgemalt, eingebrannt, und dann nach Maßgabe der Umrisse in Blei gefasst und zusammengesetzt. Sollen kleine Glasgemälde, die in der Nähe gesehen werden, gefertigt werden, so bedient man sich hiezu nur des Ueberfangglases, nicht des durch und durch farbigen, schleift an den Stellen, wo es nöthig ist, die gefärbte Glaslage ab, und malt dann auf das weiße entblößte Glas die Schmelzfarben auf, deren man bedarf. So erhält man Verzierungen in ganz andern Farben, als der Grund besitzt; statt des Abschleifens bedient man sich auch des Aetzens oder AuflöSENS mittelst Flußsäure. — Die aufgemalten eingebrannten Farben der alten Glasgemälde werden durch die Witterung allmählig angegriffen.

Das eigentliche Glasmalen, Auftragen von farbigen Schmelzgläsern auf farblose Glastafeln, war den ältern Künstlern wenig bekannt, ist erst in neuerer Zeit durch die Vervollkommenung der Chemie zu einem hohen Grad der Ausbildung gelangt. — Was die Malerei auf Spiegelglas betrifft, von *Dahl* 1800 zuerst ausgeführt, so wird ein und dieselbe Zeichnung auf 2 Spiegelglastafeln aufgetragen, eingebrannt, und dann beide Tafeln, die Malerei nach Innen gewendet, an einander gelegt in Rahmen gefasst.

Brongniart Denkschrift über die Glasmalerei, in den V. d. G. 1830.

^{*)} Die Alten haben solches Glas gefertigt, wie Ueberbleibsel aus der Villa des Kaisers *Tiberius* auf der Insel Capri beweisen, in denen *Klaproth* $7\frac{1}{2}$ Kupferoxydul, 1 Eisenoxyd, 14 Bleioxyd, 71 Kieselerde, $2\frac{1}{2}$ Thonerde, $1\frac{1}{2}$ Kalk fand.

S. 121: Engelhardt Preisschrift über die Darstellung des rothen Ueberfangglases, daselbst 1923 S. 13.

Die Athen kannten und übten eine ganz besondere Art Glasmakerei aus, welche untergegangen, von der jetzt nur noch einige seltne Ueberbleibsel sich finden. Sie bedienten sich der Glasfäden von farbigem Glas, die sinnreich unter einander gewoben, durchs Schmelzen an einander befestigt, mannichfaltige Figuren von bewunderungswürdiger Schärfe darstellen, als wären sie mit dem Pinsel gemalt. In der Mitte des vorigen Jahrhunderts wurden die ersten Exemplare der Art aufgefunden. Der Grund dieser Glasmassen ist dunkelfarbig, in ihnen erblickt man den Gegenstand der Darstellung in farbigem Glas, und zwar auf beiden Seiten völlig gleich, so daß die aus in einander gewobnen farbigen Glasfäden dargestellten Figuren durch die Glasmasse hindurchgehen. Wie diese Kunstproducte mögen gefertigt worden sein, ist unbekannt. — Der berühmte Alaprotk, in Berlin, besaß zwei solche Exemplare, ein ähnliches befindet sich in der Sammlung des Kön. Gewerbinstituts.]

Schmelzglas. Email. Email. ist ein gefärbtes, theils undurchsichtiges, theils durchsichtiges Glas, ersteres wird durchs Hinzufügen von Zinnoxid zu der schmelzbaren durchsichtigen Glasmasse erzeugt, wenn es weiß, und durch Zusatz verschiedner Metalloxyde zur undurchsichtigen Masse, wenn es farbig erscheinen soll. Die Basis aller Emailen ist ein leichtflüssiges, vollkommen durchsichtiges Bleiglas, *couverte*. Will man weißes Email darstellen, so schmilzt man 10 Theile Blei mit 3,5 bis 4 Theilen feinsten Zinn zusammen, calcinirt die Legirung unter einer Muffel, fügt 10 Theile feinsten Sand, oder Quarzpulver, 2 Theile kohlena. Natron hinzu und schmilzt das Gemisch zusammen. Das unschmelzbare Zinnoxid legt sich zwischen die Glastheile und macht die Glasmasse undurchsichtig; weniger Zinnoxid macht eine opalisirende Masse. Die gelben, rothen etc. Schmelzgläser werden, wie beim Artikel Glasmakerei gelehrt worden ist, zubereitet, nur brauchen sie nicht so leichtflüssig zu sein, als für das Glas nothwendig war, da das Email einen höhern Hitzgrad verträgt, als ersteres. Man trägt das Schmelzglas auf Metallbleche auf, auf Kupfer-, Silber-, Goldblech, besonders auf ersteres, wie z. B. die Zifferblätter beweisen, und auf letzteres zu feinen Bijouteriewaaren, Ordensdekorationen, Verzierungen etc. Zu dem Ende wählt man entweder fein Gold, oder 20 bis 22 karätiges. Das Schmelzglas wird im Stahlmörser zerstoßen, im Achatmörser fein gerieben, — jedes Email verlangt verschiedne erfahrungsmäßige Feinheit des Korns —, geschlemmt, und auf die Metallbleche, welche mit einem aufgebognen Rand versehen sind, mehr oder minder dick aufgetragen, und zwar entweder bloß auf einer Fläche, oder auf beiden. Bei Gegenstän-

den von ziemlicher Grösse wird die untere Fläche stets auch emailirt, um das Gleichgewicht herzustellen, wenn sich das Email auf der obern Fläche beim Erkalten zusammenzieht, während das Metall noch weich ist. Die mit Email belegten Bleche werden nun in einem grossen Muffelofen, *fournau de vitrification*, wie die bemalten Glasscheiben, eingetragen und gehörig erhitzt. Nicht selten trägt man eine zweite Lage Email auf. Die Oberfläche wird dann mit feinem Sand und einer englischen Feile geschliffen, mit fein geschlemmten Tripel, *terre pourrie*, polirt. Auf weisses Email wird mit Schmelzfarben gemalt, deren Zusammensetzung gleich ist mit denen für die Glasmalerei, mit dem Unterschied, daß die Flussmittel weniger leicht schmelzbar zu sein brauchen.

[D. t. T. VIII. p. 1. Artikel „Email“, T. XV. p. 470. „Peinture“ T. XVI. p. 508. D. p. J. Bd. 28. S. 452. *Wynn* über die Bereitung der Emailfarben in D. p. J. Bd. 12. S. 204. Ueber die Verfertigung der emailirten Zifferblätter siehe das D. t. T. IV. p. 31. D. p. J. Bd. 23. S. 415.]

Glasflüsse, *Amausen*, stellt man aus den oben angeführten Metallpräparaten und einem leichtflüssigen farblosen Glas dar. Man nennt solche Glasmasse, nach dem Namen ihres Erfinders, *Straß*, *past*; sie wird aus Bergkrystall, oder feinsten, mit Salzsäure digerirten, weissen Sand, reinem kohlens. Kali (wirklichem *Sal tartari*) oder Aetzkali, reinstem Bleiweiss, oder Mennige, arseniger Säure und Borax, oder Boraxsäure dargestellt. Die Glasflüsse werden dann nach Art der Edelsteine geschliffen und unterscheiden sich nur durch geringere Härte und spec. Gewicht, Zerstörbarkeit durch conc. Säuren, geringes Wärmeleitungsvermögen.

[*Straß* nach *Douault-Wieland*: 3600 Bergkrystall, 8508 kohlens. Bleioxyd, 1260 kohlens. Kali, 360 calcin. Borax. — 4056 Bergkrystall, 6300 Mennige, 2154 kohlens. Kali, 276 calcin. Borax, 12 arsenige Säure. — Vorschriften zur Darstellung verschiedener künstlicher Edelsteine siehe in *Gray's Traité pratique de chimie* T. II. p. 392. D. p. J. Bd. 3. S. 163. *Schrader* in *Meissner's Chemie* Bd. 3. S. 571.]

Glaspasten, *pierres moulées*, *fictitious gems*, werden nach *Fontanieu*, *Douault-Wieland* also gefertigt: man drückt den geschnittenen Stein in eine Masse von fein geschlemmten rothen Tripel, welcher in einer kleinen Kapelle sich befindet und mit gepulverten gelben Tripel bestäubt ist. Nach dem Abheben des Steins wird die Form vorsichtig gebrannt und dann der Glasfluß heiss darauf angedrückt, wodurch er die Gestalt der Form annimmt; darauf wird er abgeschliffen. Siehe die *Edinburgh Encyclopaedia* Vol. X. p. 128. Artikel „Gems.“]

Milch- oder Beinglas wird durch Zusatz von 8 bis 10% reiner Knochenasche, (phosphors. Kalk), 6 bis 8% Mennige zum Glassatz für

weisses Glas erhalten; es besitzt Durchscheintheit, und zwar bei zurückgeworfnem Licht eine milchbläuliche, bei hindurchgehendem eine weingelbe Farbe; setzt man $\frac{1}{2}$ Theil Hornsilber, und 3 Theile Knochenasche zu, so wird die Farbe noch mehr opalartig. Man bedient sich des Milchglases zu Lampenschirmen, durchscheinenden Glocken für Lampen in Schlafzimmern, Blumenvasen, Flaschen etc.

Schlüsslich ist noch des sogenannten Réaumur'schen Porzellans zu gedenken, eines im Zustand der Entglasung sich befindenden Glases. Wenn man nämlich grünes Glas, besonders Flaschenglas, welches viel Kalk- und andere Erden enthält, in einer Umgebung von Sand und Gyps mehrere Stunden lang glüht, und sehr langsam abkühlen läßt, so verliert das Glas das gewöhnliche Ansehen, wird undurchsichtig und nimmt einen körnigen, steinartigen Bruch an. Man bemerkt eine solche Aenderung auch am Heerdglas, welches bedeutend Thonerde haltend ist. Da wo es schnell gekühlt, hat es das glasige Ansehen, weiter hin aber, wo es langsam kühlte, finden sich kleine, weisse, undurchsichtige, sternförmige Körperchen, welche endlich zusammenfliessen, eine verworrene Masse bilden. Ein schönes Exemplar besitzt die Sammlung des königl. Gewerbinstituts von der königl. Glashütte Friedrichsthal. Sehr wahr scheinlich liegt der Grund dieser Erscheinung in einer Trennung der Glasmasse in verschiedene kiesel-saure Salze, wie beim künstlichen damascirten Stahl nach Bréant sich verschiedene Kohlenstoffeisen von einander scheiden. Dumas analysirte ein solches Exemplar und fand in der durchsichtigen Masse 64,7 Kieselerde, 3,5 Thonerde, 12,0 Kalk, 19,8 Natron; in der krystallisirten aber 68,2 Ks., 4,9 Th., 12,0 K., 14,9 N. Also ist Natron verflüchtigt und mehr Thonerde aufgenommen worden, wodurch dieser Antheil Glas mehr Neigung zum Krystallisiren erlangt hat, und schwerer schmelzbar geworden. Uebrigens ist solches Glas ein besserer Leiter für Wärme und Elektrizität.

[Man hat bereits Reibschalen, Mörser, Fliesen aus solcher Masse in Frankreich gefertigt, und sie dürfte für chemische Geräthschaften, Retorten, Kolben, Abdampfschalen, Röhren sehr brauchbar sein.

Glasinkrustationen, *Crystallo-ceramic*, bereits vor 50 Jahren von einem böhmischen Glasfabrikanten erfunden, in Böhmen und Frankreich ausgebildet, nennt man diejenigen Gläser, in welchen aus einer undurchsichtigen Glasfritte gefertigte Verzierungen, Medaillons, Büsten, Wappen etc. in die Glassubstanz eingeschlossen sind. Die zu inkrustirenden Gegenstände werden aus einer Fritte von 100 Sand, 30 Soda, welche man mit 10 Th. kohlens. Kalk gehörig mengt, mit Wasser anknetet, gefertigt. Ist die Masse geformt, getrocknet und bei 18 bis 20° Wedgwood gebrannt, so wird die Figur auf das in Arbeit befindliche

Glas gelegt, mit einem Löffel Glas darüber gegossen, bis alles gehörig bedeckt ist.

Glaswaaren werden in berühmter Qualität verfertigt: in Böhmen, vorzügliches Krystallglas mit schöner Schleiferei, in England, in Frankreich, in Venedig. — In Preussen ist die einzige grössere Spiegelmanufaktur zu Neustadt a. d. Dosse, wo auch Spiegelguss ausgeübt wird; die meisten geblasnen Spiegelgläser werden aus Niennover, im Königreich Hannover, eingeführt. Schönes Krystall- und Klingglas liefert die Zechliner Hütte in der Mark, die schlesischen im Gebirge, die zu Hoffnungsthal, die Gernheimer Hütte bei Minden, die Louisenhütte bei Dobrilugk, die Glashütte zu Baruth u. a. m.]

D r i t t e s K a p i t e l .

V o m L i t h i u m .

[Das Lithium wurde von *Davy* 1818 aus dem Lithion mittelst der *Volta*-schen Säule dargestellt; es verhält sich dem Kalium und Natrium analog. Auf chemischem Weg durch Reduction mittelst Eisen und Kohle scheint es nicht dargestellt werden zu können. Es verbindet sich mit Sauerstoff nur in einem Verhältniß zum Lithiumoxyd, Lithion, *Lithine*, *Lithia*.

Das Lithion wurde von *Arfwedson* im Petalit, Spodumen, Turmalin 1817 entdeckt, später im Lepidolith, Amblygonit, im Carlsbader, Eger, Pyrmonter Mineralwasser und andern mehr, in letztern ist es als kohlen. in erstern als kiesels. Salz enthalten, mit kiesels. Thonerde verbunden, im Petalit 5,75 g, in Spodumen 8,85g Lithion. Man stellt es also dar: man mengt das geschlemmte Fossil mit 2 Theilen gebrannten Kalk, glüht, löst das Product in Salzsäure auf, setzt Schwefelsäure hinzu, um die Kalkerde zu neutralisiren, dampft zur Trockne ab. Diesen trocknen Rückstand behandelt man mit Wasser, welches schwefels. Lithion, schwefels. Thonerde und ein wenig Gyps auflöst. Um die Thonerde aus dieser Auflösung zu entfernen, wird dieselbe mit kohlen. Kalk digerirt, darauf der Ueberschuß an aufgelöstem Kalk durch sauerklees. Ammoniak niedergeschlagen; die filtrirte Flüssigkeit enthält nun bloß schwefels. Lithion. Sie wird zur Trockniß abgedampft, geglüht, in Wasser aufgelöst, mit essigs. Bleioxyd (oder Baryt) gefällt, wodurch essigs. Lithion gelöst bleibt, welches nach dem Abdampfen und Glühen kohlen-sauer zurückbleibt. Um nun endlich aus diesem das Lithion rein zu gewinnen, verfährt man, wie beim Kali und Natron, mit gebranntem Kalk.

Das Lithionhydrat ist eine weiße, feste Masse, im Bruch krystalli-

nisch, von sehr ätzendem Geschmack, reagirt alkalisch, wird an der Luft nicht feucht, schmilzt leicht, löst sich in Wasser langsam und nur wenig auf, greift Platin in der Hitze an, weshalb es, wie Kali, in Silbertiegeln geschmolzen werden muß. Es besteht aus 56,1 Lithium und 43,9 Sauerst., zeichnet sich dadurch vor Kali und Natron aus, daß es nicht feucht wird, sich schwer in Wasser auflöst, daß das kohlen- und phosphors. Salz schwer löslich ist, daß Alkohol, in welchem man Lithionsalze auflöst, mit purpurrother Flamme brennt. —

Verbindungen des Lithiums mit Schwefel sind noch unbekannt.

Chlorlithium, Chlorure de Lithium, Chloride of L., krystallisirt in farblosen Würfeln, schmeckt wie Kochsalz, zerfließt sehr schnell, löst sich in Wasser, auch in absoluten Alkohol auf, schmilzt leicht und verflüchtigt sich in der Hitze, besteht aus: 17,7 Lith. und 82,3 Chlor. — **Fluorlithium, Fluorure de Lithium, Fluoride of L.**, schwer in Wasser löslich, schmilzt zu einem Glas; das saure Fluorlithium löst sich leichter auf, krystallisirt, und giebt in der Hitze die Säure ab.

Kohlensaures Lithion, Carbonate de Lithine, C. of Lithia, eine weiße Salzmasse, löst sich in 100 Th. Wasser von 10°, in Alkohol nicht auf, schmilzt in der Hitze, reagirt alkalisch, besteht aus: 45,28 Lith. und 54,72 Kohlens.; das doppelt kohlens. Salz ist leichter löslich, setzt krystallinische Körnchen ab. — **Schwefelsaures Lithion, Sulfate de Lithine, S. of Lithia**, krystallisirt in farblosen 4seitigen Prismen, schmeckt salzig, nicht bitterlich, ist luftbeständig, löst sich leicht in Wasser auf, schmilzt in der Hitze und besteht aus: 27,07 Lith., 59,56 Schwefels., 13,37 W. — **Phosphorsaures Lithion, Phosphate de Lithine, Ph. of Lithia**, eine weiße, in Wasser sehr schwer lösliche Salzmasse, besteht aus: 33,8 Lith., 66,2 Phosphors.; das saure löst sich leicht auf und setzt krystallinische Körnchen an. — **Phosphors. Lithion-Natron** sehr wenig in Wasser löslich. — **Salpetersaures Lithion, Nitrate de Lithine, N. of Lithia**, krystallisirt in farblosen rhombischen Säulen, schmeckt wie Salpeter, zerfließt, löst sich leicht in Alkohol und Wasser auf, besteht aus: 25,17 Lith., 74,83 Salpeters. — **Kieselsaures Lithion, Silicate de Lithine, S. of Lithia**, kommt mit kiesels. Thonerde im Petalit, Spodumen vor.]

V i e r t e s K a p i t e l.

Vom Barytium.

Barytium wurde 1808 von Davy mittelst der Volta'schen Säule entdeckt; man bringt einen Teig von Aetzbaryt und Wasser mit Quecksilber in Berührung in den elektrischen Kreis, es erzeugt sich Bary-

tiumamalgam, welches in einem mit Wasserstoffgas gefüllten Retörtchen durchs Erhitzen zersetzt wird. Auch mittelst Kalium hat man in der Hitze Barytium erhalten.

Es besitzt eine dunkelgraue Farbe, ist weniger glänzend als Roheisen, bedeutend specif. dichter als Schwefelsäure, läßt sich etwas platt drücken, oxydirt sich schnell an der Luft, zersetzt das Wasser mit Heftigkeit, schmilzt noch vor der Rothglühhitze, verbrennt mit dunkelrothem Licht. Es verbindet sich mit Sauerstoff in zwei Verhältnissen.

1) Barytiumoxyd, Baryt, Schwererde, *Baryte, terre pesante, Baryta, heavy earth*, wurde 1774 von Scheele entdeckt, und als eine eigne Erde anerkannt. Sie findet sich nicht rein, sondern an Säuren gebunden, als kohlen., schwefels., kiesels. Baryt. Darstellung des Aetzbaryts. 1) Aus salpeters. Baryt. Man glüht denselben in einem Porzellan- oder Silbertiegel bis kein Gas sich mehr entwickelt. Zuerst entsteht Barytiumüberoxyd, welches sich später noch zersetzt unter Entweichen von Sauerstoffgas. 2) Aus kohlen. Baryt, sowohl natürlichem, als künstlichem, durchs Glühen mit 8 Thln. Kohlenstaub; man trägt das Gemeng mit Wasser angefeuchtet in einen Porzellantiegel ein, und glüht stark; dadurch bildet sich Kohlenoxydgas, welches entweicht, und Aetzbaryt bleibt im Rückstand. Ohne Kohlenzusatz gelingt die Zersetzung nicht. 3) Man löst Chlorbarytium in Wasser auf und schlägt mit Aetzkali nieder; das Präcipitat wird ausgesüßt und geglüht; aufgelöst bleibt Chlorkalium.

Eine grauweißse, erdige Substanz, in keinem Ofenfeuer schmelzend, nur im Knallgasgebläse und der Brennspiegelhitze, schmeckt brennend, scharf, ätzt thierische Theile, wirkt giftig, reagirt alkalisch, specif. Gewicht gegen 4,0; erhitzt sich mit Wasser befeuchtet mächtiger als Kalk, zerfällt zu einem feinen, weißen Pulver, zu einem Hydrat, welches 10,5% Wasser enthält, löst sich in 200 Thl. kochendem Wasser auf, und besteht aus 89,55 Barytium und 10,45 Sauerst. Die Auflösung des Baryts in Wasser nennt man Barytwasser, *eau de baryte, baryta-water*, es ist eine farblose, alkalisch schmeckende und reagirende Flüssigkeit, welche beim Abdampfen in einem verschlossnen Geräth durchs Abkühlen, so auch durchs Gefrieren, krystallisirt; es setzt sich ein farbloses Hydrat in durchsichtigen Säulen ab, welches 61% Wasser enthält, in höherer Temperatur schmilzt, 50% Wasser verliert, und pulvrig wird. Dieses niedere Hydrat enthält noch 10,5% Wasser, schmilzt in einer stärkern Hitze, wird dickflüssig, und erstarrt zu einer krystallinischen Masse, welche ihr Wasser durch keine Hitze verliert. Der krystallisirte Baryt löst sich in 24 Th. kaltem und 2 Th. kochendem Wasser, in 180 Th. Weingeist auf. Baryt hat unter allen Basen die größte Verwandtschaft

zur Schwefelsäure, weshalb man Barytwasser anwendet, oder irgend ein lösliches Barytsalz, um jene Säure zu entdecken; sie giebt nämlich mit dem Baryt einen weissen, in Wasser und Säuren unlöslichen Niederschlag. Baryt und Barytwasser ziehen schnell aus der Luft Kohlensäure an.

[2) *Barytiumüberoxyd, Deutoxide de Barytium, Peroxyde of Barium*; man löst über glühenden Aetzbaryt in Porzellanröhren Sauerstoffgas streichen; es wird auch durchs Calciniren des salpeters. Baryts gebildet (vergleiche oben 394). Eine schmutziggraue Masse, welche mit Wasser ein weisses, staubförmiges Hydrat bildet, kann ohne Zersetzung mässig geglüht werden, besteht aus: 81,07 Barytium und 18,93 Sauerst. Das Hydrat wird durch Wasser bei der mittlern Temperatur allmählig zersetzt, weshalb es alkalisch reagirt und schmeckt, schnell durch kochendes Wasser. — Es dient zur Darstellung des Wasserstoffüberoxyds, vergleiche Seite 107.]

Barytium verbindet sich mit Schwefel in mehreren Verhältnissen. Das niedrigste Schwefelbarytium, *Sulfure de Barytium, Sulphuret of Barium*, wird erhalten: 1) wenn man über glühende Baryterde Schwefelwasserstoffgas leitet, unter Bildung von Wasser; 2) durchs Glühen von Aetzbaryt mit Schwefel, wobei auch schwefels. Baryt entsteht; 3) durch Reduction des schwefels. Baryts mit Kohle. Will man das Schwefelbarytium zur Darstellung von Barytpräparaten bereiten, so glüht man gepulverten schwefels. Baryt (Schwerspath) mit $\frac{1}{2}$ Mehl und $\frac{1}{2}$ Kohlenstaub gemengt, will man dagegen bloß zum Beweis, daß das Schwefelbarytium phosphorescirt, dasselbe darstellen, so mengt man Schwer-spathpulver mit Tragantschleim zu einem steifen Teig, trocknet denselben, und glüht ihn zwischen Kohlen aus.

Es ist eine röthlich-gelbe, lockere Masse, im frischen Zustand geruchlos, entbindet aber beim Stehen an der Luft Schwefelwasserstoffgas, löst sich in kochendem Wasser auf, krystallisirt mit Wasser verbunden in weissen Schuppen. Das Schwefelbarytium hat die Eigenschaft, von der Sonne beschienen im Finstern zu leuchten, welches Phänomen vom Sauerstoff der Luft nicht abhängig ist, da es auch im verschlossnen Raum, so wie im Stickstoffgas stattfindet. Dieses beobachtete zuerst *Vincenzo Cascariolo*, ein Schuhmacher in Bologna, woher auch der Name *Bologneser Phosphorus*, B. Leuchtstein. Löst man das Schwefelbarytium in Wasser auf und kocht es mit Schwefel, so erhält man die höchste Schwefelungsstufe des Barytiums. — Man bedient sich des Schwefelbarytiums zur Darstellung aller Barytpräparate.

Chlorbarytium, *Chlorure de Barytium, Chloride of Barium*, salzsaurer Baryt, *Hydrochlorate de Baryte, H. of Baryta*, (salz-

saure Schwererde), kommt nicht in der Natur vor. Man kann es theils dadurch darstellen, daß man über glühenden Baryt Chlorgas streichen läßt (wobei gleichzeitig Sauerstoffgas entbunden wird), oder 2) aus kohlen. Baryt und Salzsäure, 3) aus Schwefelbarytium und Salzsäure, 4) durchs Glühen von Schwerspathpulver mit Chlorcalcium.

Wenn man nach 3) verfährt, so löst man Schwefelbarytium in kochendem destillirten Wasser auf, und setzt zur Auflösung so lange Salzsäure hinzu, als noch Schwefelwasserstoffgas entbunden wird; darauf filtrirt man die heiße Flüssigkeit und dampft sie zur Trockne ab. Aus Schwefelbarytium und Chlorwasserstoff werden Schwefelwasserstoff und Chlorbarytium gebildet. Bedient man sich der Methode 4), so mengt man 2 Th. Schwerspathpulver mit 1 Th. geglühten Chlorcalcium und läßt die Masse im Feuer schmelzen. Nachher wird mit destillirtem Wasser ausgekocht, der Rüststand heiß abgewaschen, die Flüssigkeiten zur Trockne abgedampft. Aus schwefels. Barytiumoxyd und Chlorcalcium bilden sich: Chlorbarytium und schwefels. Calciumoxyd (Gyps). — Die zur Trockniss abgedampfte Masse wird nun ausgeglüht, weil im Schwerspath stets etwas Eisenoxyd und schwefels. Strontian enthalten sind, wodurch sowohl Chloreisen, als Chlorstrontium in die Masse kommen, welche also entfernt werden. Das Chloreisen wird durchs Glühen zersetzt, es bleibt beim darauffolgenden Auflösen in Weingeist Eisenoxyd zurück; Weingeist wird angewendet, um das Chlorstrontium, welches in jenem sich löst, vom Chlorbarytium zu scheiden, welches sich höchst wenig in demselben auflöst. Darauf löst man den Rückstand in destillirtem Wasser auf und läßt krystallisiren.

Chlorbarytium mit 14,75^o Wasser verbunden krystallisirt in farblosen, durchsichtigen, vierseitigen Tafeln (Säulen), specif. Gewicht 2,825, schmeckt bitterlich, scharf, ekelerregend (macht Erbrechen), ist luftbeständig, löst sich in 2½ Th. Wasser von 15^o und in weniger als 1½ Th. kochenden, in 400 Th. siedenden absoluten Alkohol, in Weingeist etwas leichter auf, dann brennt derselbe mit gelber Flamme, (war aber noch Chlorstrontium dabei, so brennt er mit rother Flamme), löst sich in conc. Salzsäure fast gar nicht auf, schmilzt in der Hitze, bläht sich auf, verliert das chemisch gebundene Wasser, und es bleibt eine weiße Masse zurück, welche sich in Wasser etwas schwerer auflöst als das krystallisirte Salz. Es besteht aus: 66 Barytium und 34 Chlor (oder aus 62,77 Baryt, 22,48 Salzs. und 14,75 W.) — Es dient als Reagens auf schwefels. Salze, Schwefelsäure, auch in der Medicin.

[Jodbarytium, *Jodure de Barytium, Jodide of Barium*, hydriodsaurer Baryt, *Hydriodate de Baryte, H. of B.*, krystallisirt mit Wasser verbunden in kleinen farblosen Säulen, wird an der Luft

Kohlens., schweflign., unterschwefels., schwefels. Baryt. 397

feucht, zersetzt sich unter Entweichen von wenig Jod in kohlens. Baryt und doppelt Jodbarytium. Es besteht aus 35,37 Barytium und 64,63 Jod. Cyanbarytium, blausaurer Baryt, in Wasser schwer löslich, reagirt alkalisch. Fluorbarytium, flusssaurer Baryt, in Wasser etwas löslich, leichter in Salz- und Salpetersäure, wird durchs Glühen nicht zersetzt.]

Kohlensaurer Baryt, *Carbonate de Baryte, C. of Baryta*, kommt in der Natur vor, wurde 1783 von *Withering* als ein eignes Fossil erkannt, nach ihm *Witherit* genannt. Es findet sich namentlich in England in der Grafschaft Cumberland, Durham, Lancashire, u. a. m., in Steyermark, Salzburg, Ungarn, Sibirien. Es krystallisirt in graulichweißen, sechseitigen Säulen, auch gelblich, grünlich, selten röthlich; halbdurchsichtig, durchscheinend, von Wachsglanz, es kommt aber auch in stänglich-abgesonderten Massen vor, kuglich, nierförmig, zelllich, derb, von blättriger, strahliger Textur; spec. Gewicht 4,33 bis 4,4. Um es künstlich darzustellen schlägt man eine Auflösung von Chlorbarytium mit kohlens. Kali nieder, oder man glüht Schwerspathpulver mit 2 Th. kohlens. Kali, wobei aber nicht alles zersetzt wird.

Ein weißes, in Wasser fast unlösliches, geruch- und geschmackloses Pulver, (es verlangt 4300 Th. kaltes und 2300 kochendes Wasser zur Auflösung), wird durch Glühlitze allein seiner Kohlensäure nicht beraubt, nur durch Zusatz von Kohle (siehe oben beim Aetzbaryt), löst sich in kohlens. Wasser ein wenig auf, indem sich ein doppelt kohlensa. Salz bildet, welches aber nicht in fester Gestalt erhalten werden kann. Es besteht aus: 77,59 Baryt und 22,41 Kohlens. Man bedient sich desselben zur Darstellung der Barytpräparate, namentlich des künstlichen, auch wird es in England als Rattengift angewendet, *rats stone*.

[Schweflignsaurer Baryt, *Sulfite de Baryte, S. of B.*, ein weißes, geschmackloses, in Wasser unlösliches Pulver; das saure Salz ist in Wasser löslich, krystallisirt, beide oxydiren sich sehr leicht an der Luft. — Unterschwefelsaurer Baryt, *Hyposulfate de Baryte, H. of B.*, auf die oben Seite 162 angegebne Art erhalten, krystallisirt in 4seitigen, farblosen Säulen, schmeckt scharf, bitter, löst sich in 7 Theilen Wasser von 15°, in gleichen Theilen kochendem, die Auflösung wird weder an der Luft noch durchs Kochen zersetzt. Durchs Glühen entweichen 10,8 $\frac{0}{100}$ Wasser und schweflign. Gas, indem schwefels. Baryt zurückbleibt. Er besteht aus 46,0 Baryt, 43,2 Unterschwefels. 10,8 W. — Man bedient sich dieses Salzes zur Darstellung der Unterschwefelsäure.]

Schwefelsaurer Baryt, *Sulfate de Baryte, S. of B.*, kommt im Mineralreich vor unter dem Namen Schwerspath, *Spath*

pesante, heavy spar, Baroselenite, cauk. Man findet ihn sowohl krystallisirt in verschiedenen Formen, welche auf eine gerade rhombische Säule sich zurückführen lassen, theils strahlig, (Bologneserstein am Monte Paterno bei Bologna), fasrig, körnig, derb und erdig; spec. Gewicht 4,1 bis 4,6; der krystallisirte ist theils durchsichtig, theils durchscheinend, fast undurchsichtig, gelblich-weiß, grau-weiß, auch wohl röthlich und bläulich; stark glänzend, zwischen Fett- und Glasglanz; ist ziemlich allgemein verbreitet. Er schmilzt bei 35° W. zu einer weißen, undurchsichtigen, emailartigen Masse, wird durchs Glühen mit Kohle zersetzt, (siehe oben Seite 395) und besteht aus: 65,63 Baryt und 34,37 Schwefels. — Meist enthält derselbe etwas schwefels. Strontian, Kalk, Kieselerde, Eisenoxyd. Künstlich erhält man schwefels. Baryt durch Fällung eines auflöslichen Barytsalzes oder des Barytwassers mittelst Schwefelsäure oder schwefels. Salze; ein weißes, geruch- und geschmackloses, in Wasser unlösliches Pulver, löst sich nur in kochender conc. Schwefelsäure ein wenig auf, nicht in Salz- und Salpetersäure.

Man bedient sich des Schwerspaths: 1) zur Bereitung aller Barytpräparate, 2) zur Vermischung mit Bleiweiß; hiezu sucht man die weißesten Stücke aus, (auch behandelt man das Pulver mit Salzsäure, um alles Eisenoxyd auszuziehen); für sich allein hat man es auch als eine unveränderliche weiße Farbe (*permanent white*) anwenden wollen, mit Firnis abgerieben hat aber die Farbe zu wenig Körper. 3) Zu den *dry bodies* der Engländer, einer Art Steinzeug; zur Fabrikation des Jaspisguts (*Wedgwood's Jasper ware*). 4) Zum Emailiren eiserner Töpfe?

[Phosphorsaurer Baryt, *Phosphate de Baryte, Ph. of B.*, durch doppelte Wahlverwandtschaft aus Chlorbarytium und phosphors. Ammoniak; ein weißes, in Wasser kaum, aber in Salz-, Phosphor- und Salpetersäure lösliches, geschmackloses Pulver, besteht aus: 68,20 Baryt und 31,80 Phosphors. Das doppelt phosphorsaure Salz, *Biphosphate de B.*, bildet weiße Krystalle, welche luftbeständig sind, sauer, bitterlich schmecken, wird durchs Auflösen in Wasser zersetzt, indem neutrales Salz sich abscheidet, schmilzt in der Hitze, verliert Wasser, besteht aus: 46,14 Baryt, 43,02 Phosphors., 10,84 W. (Es giebt außerdem noch mehrere andere phosphors. Barytsalze). — Chlorsaurer Baryt, *Chlorate de Baryte, Chl. of B.*, durch unmittelbare Zusammensetzung aus Chlorsäure und Barythydrat; bildet weiße, vierseitige Säulen, löst sich in 4 Theilen kaltem und weit weniger heißem Wasser auf, enthält 6% Wasser, explodirt, besteht aus: 50,38 Baryt und 49,62 Chlors.]

Salpetersaurer Baryt, *Nitrate de Baryte, N. of B.*, wird ebenso dargestellt als der salzsaure Baryt; man zersetzt Schwefelbary-

tiumauflösung mit Salpetersäure, oder löst in dieser Säure kohlen. Baryt auf. Die Reinigung von Strontiansalz kann nicht mittelst Alkohol erfolgen, da sich der salpetersaure Strontian in Alkohol sehr schwer auflöst. Man spült daher die Krystalle des salpeters. Baryts mit wenig kaltem destillirten Wasser ab, um jenen Endzweck zu erreichen. (Dafs nicht ausgeglüht werden darf, um den etwanige Eisengehalt zu entfernen, versteht sich von selbst.)

Der salpetersaure Baryt bildet farblose, durchsichtige, Oktaëder, Tetraëder, von bittern, kühlenden, scharfen Geschmack, löst sich in 20 Theilen Wasser von 0°, in 12 Th. bei 15°, in 6 Th. bei 48°, in weniger als 3 Theilen kochendem auf, auch in Alkohol, nicht in Salpetersäure; salpeters Wasser löst bedeutend weniger auf, als reines. Er liefert durchs Calciniren (welche Operation nicht in Platintiegeln stattfinden darf, indem diese angegriffen werden), Aetzbaryt, besteht aus: 58,56 Baryt und 41,44 Salpeters. — Er wird als Reagens wie Chlorbarytium angewendet.

[Barytharmotom, kiesels. Baryt + kiesels. Thonerde + Wasser. — *Döbereiner* hat Barytglas aus 70 Th. kohlen. Kali, 54 Th. kohlen. Natron, 99 kohlen. Baryt und 224 Kieselerde dargestellt; es war sehr hart, klar.]

F ü n f t e s K a p i t e l.

V o m S t r o n t i u m.

[Strontium wurde von *Davy* 1808 aus dem Strontian durch die *Volta*-sche Elektrizität dargestellt. Es besitzt gleichfalls eine grauweiße Farbe, ist wenig glänzend, sinkt in conc. Schwefelsäure unter; specif. Gewicht zwischen 4 und 5,0. Es giebt mit Sauerstoff zwei Verbindungen.

1) Strontiumoxyd, Strontian, Strontiane, Strontia, also genannt nach einer Stadt Strontian in Argyleshire, wo man 1787 den natürlichen kohlen. Strontian entdeckte. — *Hope* unterschied 1791 diese Erde von der sehr ähnlichen Baryterde. Strontian kommt, wie Baryt, nur mit Kohlensäure und Schwefelsäure in Verbindung vor, aber weit seltner, als dieser; man stellt denselben ganz so wie Baryt, namentlich aus der salpeters. oder kohlen. Verbindung durchs Glühen dar.

Strontian ist ein graulich-weißes, im Ofenfeuer unschmelzbares Pulver, dessen spec. Gewicht sich dem des Baryts nähert, schmeckt scharf, ätzend, weniger ausgezeichnet als Baryt, stärker als Kalk, erhitzt sich beim Befechten mit Wasser, und zerfällt zu einem pulverartigen Hydrat, löst sich in 160 Theilen Wasser von 15°, in weit weniger kochendem zu einer farblosen Flüssigkeit auf, Strontianwasser, *Eau de Stron-*

tiane, Strontia water, welches alkalisch reagirt. Aus dieser Auflösung scheidet beim Concentriren im verschlossenen Raum ein Hydrat in farblosen, vierseitigen Tafeln an, welches gegen 68 $\frac{1}{2}$ Wasser enthält, sich in 52 Theilen Wasser von 15 $^{\circ}$ und in beinahe 2 Th. kochenden auflöst, in der Wärme 53 $\frac{1}{2}$ Wasser verliert, (Kohlensäure anzieht), und als ein weißes Pulver zurückbleibt, welches sein chemisch gebundnes Wasser 14,8 $\frac{1}{2}$ selbst nicht durchs Glühen verliert. Strontian giebt vor dem Löthrohr erhitzt ein blendendes Licht von sich, ohne zu schmelzen, besteht aus: 84,55 Strontium und 15,45 Sauerst.

Unterschied zwischen Strontian und Baryt. Erster ist leichter, löst sich in Wasser leichter auf, schmeckt nicht so heftig ätzend; Strontiansalze in Alkohol aufgelöst machen letztern mit rother Flamme brennen, während Barytsalze eine gelbe Flamme bedingen. Kieselflussäure fällt die Barytsalze, aber nicht die Strontiansalze, wenn ein geringer Säureüberschuß vorhanden ist. Strontian und seine Verbindungen wirken nicht nachtheilig auf den thierischen Körper.

2) Strontiumüberoxyd, *Deutoxide de Strontium, Peroxyde of S.*, bildet als Hydrat glänzende Schuppen, besteht aus: 73,23 Strontium und 26,77 Sauerst.

Schwefelstrontium, *Sulfure de Strontium, Sulphuret of S.*, wird aus dem schwefels. Strontian durchs Glühen mit Kohle dargestellt; verhält sich dem Schwefelbarytium sehr ähnlich, leuchtet wie dieses, löst sich in Wasser auf, und besteht aus: 68,5 Stront. und 31,5 Schwefel.

Chlorstrontium, *Chlorure de Strontium, Chloride of S.*, salzsaurer Strontian, *Hydrochlorate de Strontiane, H. of S.*, wird eben so bereitet, wie Chlorbarytium, nämlich aus Schwefelstrontium oder kohlens. Strontian und Salzsäure. Es krystallisirt, mit 40,52 $\frac{1}{2}$ Wasser in Verbindung, in farblosen, langen Säulen, die an der Luft feucht werden, scharf, stechend, bitter schmecken, sich in $\frac{1}{2}$ kaltem und in viel weniger kochendem Wasser auflösen, auch in Weingeist, und zwar in 6 Theilen von 0,833, in 24 Th. absoluten Alkohol bei 15 $^{\circ}$. Schmilzt man dieses Salz, so bläht es sich auf, und es bleibt unter Entweichen von Wasser eine weiße Masse zurück, welche sich in Wasser schwerer auflöst. Chlorstrontium besteht aus: 58 Stront. und 42 Chl. — Man bedient sich desselben auf Theatern, um rothe Flammen zu bewerkstelligen. — Jodstrontium, *Jodure de Strontium, Jodide of S.*, hydriodsaurer Strontian, *Hydriodate de Strontiane, H. of S.*, bildet mit Wasser verbunden weiße Krystalle, ist in Wasser leicht löslich, löst sich bei Ausschluss der Luft ohne Entmischung schmelzen, beim Zutritt derselben entmischt es sich, Jod entweicht, und kohlens. Strontian bleibt zurück. Es besteht aus: 26,25 Stront. und 73,75 Jod.

Kohlensaurer Strontian, *Carbonate de Strontiane, C. of S.*, kommt im Mineralreich als Strontianit, aber selten, vor; krystallisirt in Rhomboëdern, sechsseitigen Säulen mit sechsflächiger Zuspitzung, halb-

Kohlens., schwefels., phosphors., chlores., salpeters. Strontian. 401

halbdurchsichtig bis durchscheinend, perlmutter-, glasglänzend, grünlich- auch grauweiß, specif. Gewicht 3,67 bis 3,8; auch kommt dieses Fossil in derben Massen vor, von strahliger Textur, in Schottland, dem sächsischen Erzgebirge, auf Sicilien.

Künstlich erhält man kohlens. Strontian durch doppelte Wahlverwandtschaft aus Chlorstrontium und kohlens. Kali; ein weißes, geruch- und geschmackloses Pulver, löst sich in 1536 Theilen kochendem Wasser auf, läßt sich glühen, ohne die Kohlensäure zu verlieren, dies geschieht jedoch mit Hülfe von Wasserdämpfen. In kohlens. Wasser löst es sich leichter auf, und krystallisirt als neutrales Salz aus dieser Auflösung. Doppelt kohlens. Strontian findet sich im Karlsbader- und Pyrmonter Wasser. Das neutrale Salz besteht aus 77,66 Stront. und 22,34 Kohlens.

Schwefelsaurer Strontian, *Sulfate de Strontiane, S. of S.*, kommt als Cölestin (Schützit) sowohl krystallisirt, als auch strahlig, faserig, derb vor; er bildet gerade rhombische Säulen, büschelartig verbunden, durchsichtig bis durchscheinend, doppelte Strahlenbrechung, glänzend, von Glasglanz, wasserhell, himmelblau, auch gelb; grau, specif. Gewicht 3,6 bis 4,0. Er findet sich fast in allen Schwefelgruben Siciliens, in Tyrol, England, Schottland; faseriger Cölestin zu Dornburg a. d. Saale bei Jena. Es kommt auch im Schwerspath ein Gehalt an schwefels. Strontian vor, so auch in Meerversteinerungen. Künstlich dargestellt ist es ein weißes, feines, geschmack- und geruchloses Pulver, in 3840 Theilen kochendem Wasser löslich, ebenso in kochender conc. Schwefelsäure, schmilzt in heftiger Hitze zu einer glasartigen Masse, besteht aus: 56,36 Stront. und 43,64 Schwefels. Man bedient sich des Cölestins zur Darstellung der Strontianpräparate, zu den *drye bodies*.

Phosphorsaurer Strontian, *Phosphate de Strontiane, P. of S.*, eine weiße, in Wasser unlösliche Masse, schmilzt in der Hitze zu einer glasartigen Substanz, löst sich in Phosphorsäure und andern stärkern Mineralsäuren, besteht aus: 59,2 Stront. und 40,8 Phosphors. — Chlorsaurer Strontian, *Chlorate de Strontiane, C. of S.*, wird ebenso dargestellt, als wie das ihm entsprechende Barytsalz, krystallisirt in farblosen Nadeln, wird an der Luft feucht, löst sich in Wasser und Alkohol leicht auf, verpufft, und besteht aus: 40,7 Stront. und 59,3 Chlores.

Salpetersaurer Strontian, *Nitrate de Strontiane, N. of S.*, wird ebenso dargestellt als das entsprechende Barytsalz; krystallisirt in farblosen, durchsichtigen Oktaëdern, schmeckt kühlend, etwas scharf, löst sich in 5 Theilen kalten und $\frac{1}{2}$ Thl. kochenden Wasser auf, in absoluten Alkohol, ist luftbeständig, verpufft in der Hitze, giebt Sauerstoffgas ab, und hinterläßt Aetzstrontian. Er besteht aus: 48,9 Stront. und 51,1 Salpeters., enthält bisweilen Krystallwasser. — Man bedient sich desselben zum Rothfeuer für Theater (siehe oben beim Pul-
I.

ver Seite 340). — Kieselsaurer Strontian; Strontianglas hat Döbereiner aus 70 kohlen. Kali, 54 kohlen. Natron, 74 kohlen. Strontian, 224 Kieselerde geschmolzen. Es ist leichter schmelzbar als Kronglas, dichter und stärker lichtbrechend.]

S e c h s t e s K a p i t e l.

V o m C a l c i u m.

Das Calcium wurde von Seebeck als Amalgam dargestellt, von Davy aus dieser Verbindung abgeschieden; Darstellung wie beim Barytium. — Es ist silberweiß, fest, entzündet sich leicht an der Luft, verbrennt, oxydirt sich zu Kalkerde, zersetzt das Wasser unter Entbindung von Wasserstoffgas. Es giebt 2 Verbindungen mit Sauerstoff.

1) Calciumoxyd, Kalkerde, Aetzkalk, *Chaux*, (*Terre calcaire*), *Chaux vive*, *Lime*, kommt im reinen Zustand nicht in der Natur vor, sondern mit verschiedenen Säuren verbunden, als mit Kohlen-, Schwefel-, Phosphor-, Bor-, Salpeter-, Kieselsäure, mit Titan-, Uran-, Wolfram-, Arsenik-, (Oxal-, Weinstein-, Aepfelsäure) verbunden, im Mineral-, Pflanzen- und Thierreich vor. Um reinen, von Säure befreiten, Kalk darzustellen, bedient man sich des natürlichen kohlen. Kalks, welcher in heftiger Glühhitze die Kohlensäure abgiebt. Will man zum chemischen Gebrauch möglichst reinen sitzenden Kalk bereiten, so wendet man dazu den reinsten kohlen. Kalk an, den Kalkspath, weißen kararischen Marmor, (Austerschalen). Man legt die Stücke zwischen Kohlen und glüht sie so lange aus, bis ein Pröbchen, mit Wasser benetzt, sich vollkommen löscht, und nicht aufbraust wenn Säure hinzugebracht wird. Wendet man Austerschalen u. dgl. an, so ist meistens etwas Schwefelcalcium dabei, von dem Schwefelgehalt organischer Materien herrührend.

Im Großen gewinnt man den Kalk durchs Brennen, *cuisson*, der Kalksteine, des Kalkmergels, der Kreide, der Muschelschalen (an den Meeresküsten). Man brennt den Kalk entweder in Gruben, das unvollkommenste Verfahren, wobei auch viel Holz verschwendet wird; in Meilern, *en tas*, Feldöfen, indem man die größern Stücke so zusammenstellt, daß sie eine Feuergasse bilden, in welcher man das Feuer unterhält, die kleinern Stücke werden um die größern aufgeschüttet; oder in eignen Brennöfen, Kalköfen, *chaufours*, *fours à chaux*, *limekilns*, deren Construction theils nach Maßgabe des Brennmaterials ver-

schieden, ob man Holz, Torf, Steinkohlen, Coaks anwendet, theils ob man ohne Unterbrechung oder periodisch brennen will. Man theilt die Kalköfen ein in liegende und stehende, letztere nennt man auch Schachtöfen: ferner in solche, in denen stetig gebrannt wird, *four-constant*, oder nur periodisch, *four intermittente*.

Die liegenden Öfen sind länglich viereckige Räume, mit dicken Wänden, welche innwendig mit feuerfesten Ziegeln bekleidet sind, siehe Tafel V. Fig. 10, 11, 12: im Gewölbe sind mehrere Reihen von Zuglöchern *c, c, c*, angebracht, die beliebig geöffnet und geschlossen werden können. In einer der schmälern Seitenwände des Ofens befindet sich eine Oeffnung *a* zum Einsetzen und Ausfahren der Kalksteine, welche nachher vor dem Beginn des Brands vermauert wird. In den längern Seitenwänden des Ofens, oft auch nur in einer, befinden sich die Schürklöcher, Mundlöcher *b, b, b*, zum Einlegen des Holzes. Ueber dem Gewölbe ist ein zweites *f, f* in einem Abstand gesprengt, damit keine Gefahr vor Brandschaden statfinde; aus dem Raum *d, d* entweicht der Rauch durch die seitwärts angebrachten Oeffnungen *e, e*, und den Schornstein *k*. Meist stehen 2 solcher Öfen nebeneinander, und sind nur durch eine Quermauer geschieden, beide unter einem Bohlendach, *g, g*; oder sie stehen unter einem massiven Gebäude, welches man eine Kalkscheune nennt.

Das Einsetzen des Kalks geschieht in der Art, dafs von den Schürklöchern aus nach der gegenüber stehenden Wand Kanäle aus Kalksteinen gesetzt werden, von der Höhe und Breite der erstern, welche als Schür- oder Feuergassen zum Einlegen von Holz dienen; der Zwischenraum zwischen den einzelnen Schürgassen wird mit Kalksteinen gefüllt, und dann der Raum zwischen den das Gewölbe der Kanäle bildenden Kalksteinen und dem Ofengewölbe mit Kalksteinen locker ausgefüllt, damit die Flamme ungehindert durchschlagen kann. Nicht selten schichtet man, um eine stärkere und gleichmäfsig vertheilte Hitze zu erreichen, Steinkohlen zwischen die Kalksteine. Vermöge der im Gewölbe angebrachten Oeffnungen kann die Flamme geleitet werden, indem man da, wo die Hitze zu grofs, die Oeffnungen durch Thonstöpsel verschliesst, und umgekehrt. Ist der Kalk gaar gebrannt, so wird die Einsatzoöffnung aufgerissen, und der Kalk mit eisernen Haken herausgezogen, der Ofen, wenn er genugsam sich abgekühlt hat, von Neuem beschickt. Man hat auch Kalköfen mit Ziegelöfen verbunden, indem man theils unmittelbar über die Kalksteine die Ziegel schichtete, oder über dem Kalkofen einen eignen Ziegelofen anlegte. In England hat man auch vorgeschlagen und hin und wieder versucht, die Hitze der Eisenhohöfen, welche meist ungenutzt entweicht, zum Betrieb von Kalköfen zu

nutzen, die Erfahrung lehrte aber, daß sich dann der Gang des Hohen Ofens zum Nachtheil änderte.

Das Anfeuern des Ofens geschieht von Anfang mäßig, *enfumage*, um die Steine langsam anzuwärmen, damit sie nur allmählig ihren Gehalt an hygroskopischen und chemisch gebundenen Wasser verlieren, widrigenfalls sie zersprengt werden, wodurch die aufgesetzte Feuer- oder Schürzgasse einstürzen und der Zug im Ofen sehr gestört würde. Beim Beginn des Anfeuerns steigt 6 bis 8 Stunden lang ein dicker, schwarzer Rauch auf, welcher nach und nach verschwindet, wenn die Gluth sich vermehrt; endlich schlägt die Flamme durch die Zuglöcher im Gewölbe. Die Farbe der Flamme ist erst dunkelroth, violett, dann blau, zuletzt weiß; die Weißglühhitze wird nun nach Beschaffenheit des Kalksteins, der Härte desselben, des angewendeten Brennmaterials, der Witterung, längere oder kürzere Zeit unterhalten, darauf vermindert man das Feuer und läßt den Ofen langsam erkalten, um den Kalk ausziehen zu können. Heftiger Wind, Regen, so wie sehr trocknes, warmes Wetter haben einen mehr oder minder ungünstigen Einfluß auf den Gang des Brennens, jedoch weniger auf die unter Dach stehenden Oefen. — Die Dauer eines Brands ist natürlich sehr relativ und verschieden, bei gewöhnlichen Oefen 36 bis 40 Stunden; die Gaare der Steine erkennt der Brenner theils an der weißen Flamme, dem heftigen Weißglühen der Steine, theils an der Raumesverminderung derselben, indem Wasser und kohlen. Gas entwichen sind. Man verschließt die Zuglöcher im Gewölbe an den Seitenwänden des Ofens zuerst, da an diesen Stellen die Steine früher gaar werden, damit dann die Flamme mehr nach der Mitte schlage.

Die stehenden oder Schachtöfen, Stichöfen, weil man den gaaren Kalk durch an der Sohle des Schachts angebrachte Stichöffnungen absticht, herauszieht, legt man gern am Abhang von Hügeln an, an diese angelehnt, theils um so gegen den Wind wenigstens von einer Seite geschützt zu sein, theils um von dem Hügel aus bequem zur Gicht gelangen zu können, um Kalksteine, auch Brennmaterial aufgeben zu können. Die Form des Schachts hat man sehr mannigfaltig abgeändert, theils mit saigern Wänden, theil nach unten verjüngt, trichterförmig, theils nach unten sanft erweitert, und dann verjüngt, eiförmig u. a., je nachdem man verschiednes Brennmaterial, verschiedene Beschickungsweisen anwendet. Man kann in Schachtöfen theils periodisch brennen, theils ununterbrochen; zu erstem Behuf ist der Schacht niedrig, aber weit, eiförmig gestaltet, man setzt in demselben ein Gewölbe von größern Kalksteinen, schichtet darüber die kleinern bis über die Gicht heraus, und zündet unter dem Gewölbe Reisholz, Klobenholz, Knüppel-

holz. Wurzelstücke etc. an, zu welchem Behuf ein Rost in der Mitte angebracht sein muß. Ist der Brand beendet, so zieht man den Kalk aus, und setzt, wenn sich der Ofen gekühlt hat, frischen ein. Weit vorzüglicher ist aber die ununterbrochne Benützung der Schachtöfen. Zu dem Ende werden diese entweder nach Art der Schachtöfen zum Erzschnmelzen mit Kalkstein und Kohlen (Steinkohlen, Coaks [Knüppelkohlen]) schichtweis beschickt, wie in England, den Niederlanden, Frankreich, in Schlexien (Grafschaft Glatz), — die Form des Schachts ist die eines umgekehrten Kegels, — oder das Brennmaterial wird auf rings um den Ofenschacht angebrachten Feuerungen entzündet, und die Flamme, nicht das Brennmaterial, kommt mit den Kalksteinen in unmittelbare Berührung, wie die Kalköfen in Rüdersdorf bei Berlin construiert sind; ein dachrüger Kalkschachtöfen von Rüdersdorf ist auf Tafel VI. Fig. 1, 2, 3 und 4 abgebildet.

[Fig. 1 zeigt die Ober-, Fig. 3 die Seitenansicht des Ofens und der ganzen Anlage, Fig. 2 einen senkrechten Durchschnitt des Ofens, und Fig. 4 einen Grundriß desselben nach den Linien *A B C D*. Der innere Schacht, Fig. 2, hat die Form zweier mit ihren größern Endkreisen auf einander gestellter abgekürzter Kegel; die größte Weite besitzt er in der Höhe der Heitzöffnungen *b*, und zwar hat er daselbst 8 Fuß im Durchmesser, unten an den Abzuchten und oben an der Gicht ist er am engsten, und zwar an beiden Stellen 6 F. im Durchmesser. Die innere Umfassungswand *d* des obern Schachts ist von Mauersteinen 38 F. hoch, auf 25 F. Höhe aber mit feuerfesten Thonplatten ausgesetzt, die in Absätzen $1\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{2}$ Stein Stärke haben. Diese Umfassungswand ist mit einem Mantel *e* von Kalksteinen umgeben, der aber von der Wand um einige Zoll abstehend einen Zwischenraum läßt, welcher mit Asche ausgefüllt ist. Dieser Zwischenraum ist deshalb nöthig, weil die innere Mauer sich stärker ausdehnt, als die weniger erwärmte äußere Wand, wodurch Risse entstehen würden, wenn beide Wände zusammenhängen. Ferner ist die Asche ein schlechter Wärmeleiter, und es hat die Ausfüllung daher den Zweck, daß die innere Wärme den Außenwänden möglichst wenig mitgetheilt werde. Der Rost für die Feuerungen *b* besteht aus Thonplatten, die in der Mitte, wo die einzelnen Stücke zusammenstoßen, auf einer gewölbten Unterstützung *f* liegen. Die Heitzöffnung selbst ist überwölbt, und hat ebenfalls eine Einfassung von Charmottsteinen, wie auch aus der Zeichnung zu ersehen ist. *g* ist die eiserne Thür vor der Heitzöffnung. Die Thonplatten, welche den Rost bilden, haben 3 bis 4 Einschnitte von einem Zoll Weite für die Einströmung der Luft, welche durch den Kanal *h* zugeleitet wird. Der untere Theil des Schachts, von den Feuerungen bis zum Heerd, ist 7 F. hoch, und die Umfassungsmauer desselben, bis auf die innere Einlassung mit Charmottsteinen und einzelne

Bögen aus Ziegelsteinen, durchaus von Kalksteinen aufgeführt. In denselben befinden sich die Aschenfälle *i*, die Abzüchte *a* und die Kanäle *k* vor den Abzüchten. Jeder Aschenfall ist mit einer eisernen Thür verschlossen, welche geöffnet wird, wenn der Raum *i* voll Asche ist. Die glühende Asche muß in dem untern Raum so lange liegen bleiben, bis sie sich so weit gekühlt hat, daß man sie in Karren laden kann. Ein Vortheil hiebei ist der, daß ein großer Theil der Asche beim Herausfallen von allen Seiten sich ausbreitet, und sich so ohne Kosten von selbst fortschafft.

Auch die Abzüchte sind mit eisernen Thüren versehen, sie werden nur beim Herausziehen des Kalks geöffnet. Die Oeffnungen sind nach vorn verjüngt, damit der Kalk aus dem Schacht leichter nachfällt, wenn der vorn liegende herausgezogen ist; auch die Gestalt des Heerds befördert dies Nachfallen: die Kante *a* (siehe den Grundriß Fig. 4) ist nämlich erhaben und wagerecht, die Kanten *β* und *γ*, *ε* und *δ* sind von dem erhabnen Mittelpunkt aus nach vorn um gleich viel geneigt, so daß die Flächen *β ε* und *γ δ*, die vor den Abzüchten liegen, gegen die Horizontalebene, die Flächen *α β* und *α γ* aber sowohl gegen die horizontale als auch gegen die vertikale Ebene geneigt sind. Damit der Arbeiter beim Herausziehen des Kalks nicht zu sehr von heißer Luft leide, sind die Kanäle *k* angebracht, durch welche unmittelbar vor dem Ofen der größte Theil der heißen Luft in die Höhe geht. Die äußern Wände *l*, *m*, *n*, des Ofens sind nicht wesentlich nothwendig, aber vortheilhaft, sofern nämlich der Kalk in dem untern, und das Brennmaterial in dem zweiten Stockwerk trocken liegen kann. Holzwände sind gefährlich, auch lassen sie den Regen durch. Die verschiedenen Stockwerke sind durch Gurtbögen *o* und überwölbte Kappen *p* gebildet, die noch mit Kalksteinplatten gepflastert sind. (In dem dritten und vierten Stockwerk halten fremde Arbeiter ihr Nachtlager.) Auch ist dieser Ofen mit einem Anbau versehen, in dem eine oder mehrere Arbeiterwohnungen eingerichtet sind, siehe Fig. 3. Die Wohnungen communiciren mit den Stockwerken des Ofens, haben aber einen besondern Eingang und zwar die obere Wohnung von der Seite *q*, von wo aus sie betrachtet das Erdgeschos bildet, und die untere durch die Thür *s*; *r* sind die Schornsteine für die zu ihnen gehörenden Feuerungen. Die im Kalkgestein ausgehauenen Treppen *t*, *u* und *v*, gewähren den leichten Zutritt von allen Seiten.

Da der Kalkstein von oben eingetragen werden muß, so ist die Gichtmauer zur Vermeidung der Gefahr mit einem starken Geländer versehen; die Pfeiler und Plinten sind von Kalkstein, die Gitterstäbe von Eisen. Auch ist dies Geländer bis zu den Seitenwänden des Bruchs fortgesetzt; über dem Dach des Anbaues ist es der Leichtigkeit wegen von Holz; ferner ist die Plattform mit Schienen *w* belegt, auf welchen die mit Kalkstein beladenen Hunde nach der Gicht geschafft, und leer wie-

der zurückgefahren werden. *s* ist ein anderer Schienenweg aus einem andern Bruch nach einem zweiten Ofen.

Die Oefen erhalten ihren Namen von der Anzahl der Heitzöffnungen, und heißen hiernach 3, 4, 5 schürige Oefen; unter 3 und über 5 Feuerungen sind nicht gebräuchlich, auch richtet sich die äussere Form des Ofens nach der Anzahl der Feuerungen. Der Ofen ist nämlich auswendig eine abgekürzte Pyramide von gleichgrossen Seitenflächen. In den Mittellinien dieser Seitenflächen befinden sich der Reihe nach abwechselnd die Feuerungen und die Abzüchte; es hat also jeder Ofen doppelt so viel Seitenflächen als Feuerungen. Der äusserste Mantel *l*, *m*, *n* hat gegen den innern Ofen die Lage, dass immer eine Kante desselben auf eine Fläche des innern Ofens trifft, und zwar deshalb, damit der Arbeiter zu seinen Manipulationen vor der Oeffnung einen möglichst grossen Raum habe.]

Soll der Ofen in Betrieb gesetzt werden, so wird er auf die Höhe *B C*, bis zu den Feuerungen, mit rohen Kalksteinen angefüllt, Holzfeuer in den Abzüchten *a* angemacht, und der Kalk gar gebrannt. Hierauf wird auf diesen gaaren Kalk wieder roher Kalkstein aufgeschüttet, und zwar nicht von der Gicht heruntergeworfen, sondern in Kübeln herabgelassen, bis der Ofen voll ist, auch wird noch auf der Gicht ein ungefähr 4 Fuss hoher Kegel von Kalksteinen regelmässig aufgesetzt, so dass derselbe den zurückspringenden Rand der Gichtplatte zum Theil bedeckt. Hierauf wird in den Heitzöffnungen *b* mit Torf gefeuert. Der Kalk im Schacht schwindet sobald er heiss wird, und der obere Kegel stürzt nach; ist dieser bis zur Oberfläche der Gicht gesunken, so wird ein neuer Kegel aufgesetzt. Ist der obere Kalk gar gebrannt, so wird der unter den Feuerungen befindliche herausgezogen, der obere stürzt nach, und der Prozess geht so ununterbrochen fort, ohne dass es nöthig ist, noch einmal in *a* Feuer anzulegen, weil in *C B* der Kalk immer gar sein muss. Das Ausziehen des Kalks geschieht alle 12 Stunden, und es werden in jener Zeit 20 bis 24 Tonnen Kalk gewonnen.

[Auf der Rüdersdorfer Kalkbrennerei sind 4 Schachtöfen im Gang, zwei 3schürige, ein 4 und ein 5schüriger Ofen. Die Schächte der 4 und 5 schürigen Oefen sind nicht viel grösser; der 4schürige Ofen ist 32 Fuss hoch, hat auf der Gicht 7 F., bei den Feuerungen 9 F. und auf dem Heerd 6 F. im Durchmesser, der Schacht desselben nimmt 12 Klafter Kalksteine auf, und es können aus demselben von 12 zu 12 Stunden 20 bis 25 Tonnen gebrannter Kalk gezogen werden. Der 5 schürige Ofen ist 35 F. hoch, hat auf der Gicht 8 Fuss, bei den Feuerungen 9 F. und auf dem Heerd 6 F. im Durchmesser, er fasst 14 Klafter Kalksteine, und es können von 12 zu 12 Stunden 25 bis 30 Tonnen gaar gebrannter Kalk gezogen werden. Bei den 4 und 3schürigen

Oefen ist der Verbrauch an Brennmaterial verhältnißmäßig größer, als bei den 3schürigen Oefen, weshalb diese vortheilhafter sind.

1 Klafter Kalksteine, von 108 Kubikfuß, wiegt 80 bis 82 Centner, 1 Klafter Kothen 76 bis 78 Centner; 1 Tonne gebrannter Kalk, = 4 Scheffel, = 7 Kubikf. 192 Kubikzoll, wiegt $2\frac{1}{2}$ bis 3 Centner. Beim Brennen werden halb Brennsteine, halb Kothen angewendet, man erhält von jeder Klafter derselben 15 Tonnen Stückkalk und $\frac{1}{2}$ Tonne Mehlkalk. Zum Gaarbrennen einer Klafter Kalksteine werden erfordert $1\frac{1}{2}$ Klafter Holz oder $1\frac{1}{2}$ Kl. Torf; nur zum ersten Anbrennen wird Holz verwendet, im Uebrigen Torf, wo man $7\frac{1}{2}$ als Schwindemaass annimmt. Es wurden 1829 20,000 Tonnen Kalk gebrannt, hiezu waren 1840 Klafter Steine, $212\frac{1}{2}$ Kl. Holz zum Aufeuern und 2535 Kl. Torf zum Brennen erforderlich.]

Aus einer Vergleichung der stehenden und liegenden Kalköfen ergibt sich, daß bei den letztern offenbar ein bedeutender Verlust an Brennmaterial obwaltet, indem der Ofen, bevor er wieder beschickt werden kann, abkühlen muß, was sich beim stehenden vortheilhafter gestaltet. Jedoch gestatten die Zuglöcher im Gewölbe des liegenden Ofens ein gehöriges Reguliren der Gluth, was bei Schachtöfen nicht stattfindet. — Es ist ein Erfahrungssatz, daß frisch gebrochne Kalksteine, welche noch einen gewissen Gehalt an Wasser mehr besitzen, als an der Luft ausgetrocknete, sich leichter brennen lassen, als jene. Dieses beruht auf der Thatsache, daß eine Luftart das Entbinden einer andern statt zu behindern, im Gegentheil bedeutend befördert, so hier der sich erzeugende Wasserdampf das Entweichen des kohlensauren Gases. Eben so ist trockne Luft dem Kalkbrennen nicht günstig. Die Gewichtsverminderung, das Schwinden der Kalksteine beim Brennen ist nach der Beschaffenheit derselben verschieden; meistens 45% an Gewicht und 10 bis 20% des Volums, es giebt aber auch Kalksteine, die 54, andere die nur 23% am Gewicht verlieren. Nach Versuchen von Triest wog ein Kubikfuß Rüdersdorfer Kalkstein 160 Pfund $23\frac{1}{2}$ Loth, nach dem Brennen 83 Pf. 17 Loth, also Gewichtsverlust 77 Pf. $6\frac{1}{2}$ Loth, oder 48%.

Man findet unter dem gebrannten Kalk nicht selten bald mehr bald weniger Steine, welche sich schwer oder gar nicht löschen lassen, *biscuits*; dieser Umstand ist die Folge von 1) zu geringer Hitze des Ofens an einzelnen Stellen, woher es kommt, daß Kalksteine nicht zur Gaare gekommen sind, noch Kohlensäure enthalten (basisch kohlens. Kalk), dann brausen sie auf, wenn man sie mit Säuren übergießt. Solche Steine können bei einem spätern Brennen wieder eingesetzt werden, aber an solchen Stellen, wo die Hitze am gelindesten. 2) Zu große Hitze des Ofens in Bezug auf die Mischung des Kalksteins. Es ist erfahrungsmäßig, daß reiner kohlens. Kalk in einem Platintiegel in der heftigsten

Ofenhitze (Porzellanfeuer) gaar gebrannt wird, ohne zusammen zu sintern oder zu schmelzen, dagegen pflegen Kalksteine, welche viel fremde Beimischungen von Kiesel-, Thonerde, Eisenoxydul, Manganoxydul (Magnesia) enthalten, bei heftiger Gluth zusammen zu sintern. Diese Eigenschaft nennt man das Todbrennen. Keiner der Urkalksteine, welche reinen kohlens. Kalk enthalten, wird todgebrannt, aber wohl der Flötzkalk, welcher von 6 bis 17% an jenen fremdartigen Substanzen enthalten kann. (Rüdersdorfer Kalkstein, gelblichgrau, feinkörnig, enthält nach John 8% Kieselerde, 8 Thonerde, 0,5 Eisenoxyd.) Tod gebrannter Kalk, *chaux mort*, enthält im Innern oft noch kohlens. Kalk, indem die Kohlensäure durch die äußerlich zusammengesinterte Rinde nicht entweichen kann; jedoch sind auch Fälle bekannt, wo Austerschalen in zu hohen Hitzgraden gebrannt, ohne noch Kohlensäure zu enthalten, tod gebrannt waren; überhaupt dürften wohl die Ursachen dieses fehlerhaften Verhaltens des Kalks noch nicht alle genug bekannt sein.

Soll Kalkmergel gebrannt werden, welcher in einem lockern, erdigen Zustand sich befindet, so wird er erst eingesumpft, in Ziegel geformt, diese getrocknet und dann gebrannt. Der hiezu gebräuchliche Ofen ist meist ein Ziegelofen ohne Gewölbe, besser aber ein überwölbter. Nach dem Brennen löscht man den erhaltenen Mergelkalk zu einem trocknen Staub (Kalkhydrat) und hebt dasselbe in Fässern zum Gebrauch auf. Ein Kubikfuß roher Kalkmergel gestrichen wiegt 120 bis 124 Pfund, getrocknet 100 bis 103, gebrannt 36 bis 38 Pfund. Besonders viel Kalkmergel wird in Pommern, der Neumark, im Posenschen gebrannt und verarbeitet. — Muschelschalen müssen scharf gebrannt werden, denn der geringste Hinterhalt an Kohlensäure hindert das Löschen; man brennt sie in Gruben, Meilern mit Torf, besonders in Holland, der Nordküste von Deutschland (Friesland) etc. Da die Muscheln Kochsalz enthalten, so bildet sich durchs Brennen etwas Chlorcalcium, weshalb der damit gefertigte Mörtel stets hygroskopisch wirkt, die Mauern feucht werden, und kohlens. Natron auswittert. Man rath deshalb die Muscheln mit Wasser auszulaugen. Ueberhaupt löscht sich auch der Kalk aus Muscheln, *chaux d'écaillés*, schwerer als Steinkalk.

Eigenschaften des reinen Aetzkalks aus Kalkspath, Marmor etc. Der gebrannte Kalk ist weiß, specif. Gewicht 2,3, schmilzt in keinem Ofenfeuer für sich allein, wohl aber in der Kette großer Volta'scher Batterien, im Knallgasgebläse; schmeckt laugenhaft, scharf, ätzend, zerstört thierische Gebilde, besteht aus 71,91 Calcium und 28,09 Sauerst. Befeuhtet man ihn mit Wasser, so erhitzt er sich schnell, selbst bis zum Hellrothglühen der Masse, berstet unter einem knisternden Geräusch,

Wasserdämpfe, welche etwas Kalk enthalten, und daher die zarten Theile des Körpers, als Augen, Nase reitzen, steigen in Menge auf, er fällt gänzlich zu einem weissen feinen Pulver aus einander, welches 24½ Wasser enthält, Kalkhydrat, gelöschter Kalk, *chaux éteinte*, *slacked lime*. Dieses Pulver schmeckt nicht mehr so heftig ätzend, als der ungelöschte Kalk. Die Erhitzung beim Löschen des Kalks, *extinction*, in Folge der Bindung des Wassers durch denselben, ist so groß, daß dadurch Pulver entzündet wird; so können auch Kähne, die mit gebrannten Kalk beladen sind, wenn Wasser eindringt, und der Kalk sich zu löschen beginnt, in Brand gerathen. Läßt man gebrannten Kalk an der Luft, besonders an feuchter Luft liegen, so stirbt er ab, er zerfällt, zieht Kohlensäure und Wasser an; dieser abgestorbene Kalk, zerfallne K., besteht aus neutralem kohlens. Kalk und Kalkhydrat. Wendet man beim Löschen des Kalks mehr Wasser an, als zur Erzeugung des Kalkhydrats nöthig, so wird der gelöschte Kalk breiartig, Kalkbrei, *chaux fondue*, noch mehr Wasser giebt Kalkmilch, *lait de chaux*, eine noch größere Menge das Kalkwasser, *eau de chaux*, *lime-water*. Kalk löst sich nach *Davy* in 450 Theilen Wasser von 20° auf, nach *Phillips* in 750 Theilen, kochendes Wasser löst weniger auf, es sind von demselben 1280 Theile erforderlich. Kalkwasser ist farblos, klar, schmeckt schrumpfend, gelind alkalisch, reagirt eben so, zieht aus der Luft Kohlensäure an, und setzt ein Häutchen von kohlens. Kalk an, welches allmählig niederfällt und sich stets erneuert, bis endlich aller Kalk sich kohlensauer niedergeschlagen hat. Beim Abdampfen im luftleeren Raum setzen sich kleine 6seitige Säulen an, ein höheres Kalkhydrat. Kalkwasser, so wie auch überhaupt gebrannter Kalk, muß in wohlverschlossnen Gefäßen aufbewahrt werden.

Man unterscheidet, in technischer Hinsicht, fetten Kalk, *chaux grasse*, welcher aus Marmor, Kalkstein, der wenig fremde Bestandtheile enthält, (Muschelschalen) erhalten wird, beim Löschen sein Volumen bedeutend vergrößert, (aufgeht, gedeiht,) viel Wasser gebraucht, lange Zeit gleichsam fettig, schlüpfrig bleibt, und bei der Bereitung des Mörtels viel Sand verträgt; — (ein aus Kalkspath, Marmor gebrannter Kalk, erhitzt sich weit mehr, als ein aus dichtem Kalkstein gewonnener, geht schnell auf, und giebt stets viele harte Körner beim Löschen); — mageren Kalk, *chaux maigre*, nennt man dagegen denjenigen, welcher viel fremde Substanzen enthält; er besitzt meist eine gelblich-graue Farbe, erfordert weniger Wasser beim Löschen, geht weniger auf, fühlt sich körnig an, ist weniger schlüpfrig, weniger bindend, verträgt weniger Sand, als erster, verliert, wenn er gelöscht aufbewahrt wird, seine Geschmeidigkeit. — Jeder unvollkommen gebrannte, sonst ziemlich reine Kalk, ge-

hört zur Klasse des mageren Kalks. Einiger magerer Kalk hat die besonders ausgezeichnete Eigenschaft, unter Wasser zu erhärten, weshalb er beim Wasserbau wichtige Anwendung findet, man hat ihn hydraulischen Kalk, *chaux hydraulique*, genannt. Er enthält zwischen 25 und einige 30% Thon, (Kiesel- und Thonerde), Magnesia, Eisenoxydul. *Smeaton* war der erste, welcher diese merkwürdige Eigenschaft bemerkte und 1759 beschrieb.

[Der aus dem Süßwasserkalk von Château-Landon, bei Nèmour, erhaltne fette Kalk besteht nach *Berthier* aus: 964 Kalk, 18 Magnesia, 18 Thonerde; aus grobkörnigem Kalkstein von Paris aus: 972 Kalk, 28 Thon. — Magerer Kalk, aus einem zum Süßwasserkalk gehörigen Kalkstein aus der Umgegend von Paris, enthielt 780 Kalk, 200 Magnesia, 20 Thon. Dolomit giebt einen ziemlich fetten Kalk, obschon er 42% kohlens. Magnesia enthält, *Fuchs*. Ein in der Gegend von Metz brechender, bläulich-grauer, sekundärer Kalkstein, liefert gebrannt einen hydraulischen Kalk von 683 Kalk, 20 Magnesia, 240 Thon, 57 Eisenoxyd etc.; der Mergelkalk von Sémonches, bei Dreux, gebrannt besteht aus: 700 Kalk, 10 Magnesia, 290 Thon; erhärtet schneller und vollkommener, als voriger, und wird in Paris viel gebraucht.]

Löschen und Aufbewahrung des Kalks. Man feuchtet den Kalk mit Wasser an, läßt ihn sich löschen, worauf man mehr Wasser zuleitet, und mit Haken oder Krücken umrührt; zu wenig Wasser macht, daß beim Löschen der Kalk nicht gehörig aufgeschlossen wird, man nennt es Verbrennen des Kalks, dabei steigt die Hitze bedeutend, wodurch die Kalktheile zusammenbacken; zu viel Wasser macht den Kalkbrei zu dünn. Weiches Wasser, möglichst frei von Salzen, ist besser, als Brunnenwasser, aus bereits oben Seite 356 angegebenen Gründen. In der Grube wird der Brei nach und nach steifer, die Kalktheile einigen sich vollkommener mit Wasser, wodurch der gelöschte Kalk an Güte zunimmt, wenn er nur vor dem Zutritt der Kohlensäure der Atmosphäre gehörig geschützt ist. Eingesumpfter Kalk muß mit Sand bedeckt werden. Nach angestellten Versuchen nimmt der Kalk beim Löschen zu Kalkbrei einen 3,2 bis 3,6 mal größern Raum ein.

[Rüdersdorfer Kalkstein gab von 1 Kubikfuß $3\frac{1}{2}$ Kfuß völlig steifen Kalkbrei, oder 160 $\frac{1}{2}$ Pfund Kalkstein 83 $\frac{1}{2}$ Pf. gebrannten Kalk, und dieser 281 Pf. steifen Kalkbrei, oder über $3\frac{1}{2}$ mal dem Gewicht nach mehr, als der gebrannte Kalk wog. — Eine andere Art des Löschens ist die, den Kalk bloß kurze Zeit ins Wasser zu tauchen, und dann trocken sich löschen zu lassen. Dadurch wird aber der Kalk nicht so fein aufgeschlossen, backt mehr zusammen, und fühlt sich wie Sand an. Auch löscht man den Kalk mit Sand bedeckt, so daß man den Sand benetzt,

und wohl darauf achtet, daß an keiner Stelle der Kalk ohne Sand mit der Luft in Berührung kommt; trocken gelöschter Kalk, *chaux-étouffée*.]

Der Gebrauch des Kalks ist sehr alt, und höchst mannichfaltig, erstlich, und vor allem andern; zur Verfertigung von Mörtel, zum Abputz, Anstrich, zur Bereitung von Aetzkali, Natron, Ammoniak, zum Behuf chemischer und technischer Prozesse, der Seifensiederei, Bleiche-
rei, (Kalkmilch zum Büken des Kattuns), in der Gerberei zum Enthaaren der Kuh-, Kalb- und andrer Felle, zur Pergamentfabrikation; in der Färberei zum Anstellen der kalten Vitriolküpe, zum Schäumen des Zuckersafts in den Colonien, des Runkelrübenzuckers; zum Reinigen des Beleuchtungsgases, (so wie zur Reinigung anderer Gase im Kleinen); bei der Glasfabrikation, in der Landwirthschaft zum Kalken der Felder; zum Verschlucken des Wasserdampfs (bei der Aufbewahrung von Pulver), zur Verfertigung von Kitt mit Eiweiß, oder frischen Käse, Blut, als Polirmittel (Wiener Kalk) u. a. m. — Kalkwasser wird in der Technik theils zum Bleichen, Enthaaren der Felle, Raffiniren des Zuckers u. a. m. gebraucht.

Unter Mörtel, *mortier*, *ciment*, *mortar-cement*, versteht man eine aus Kalk und verschiednen andern Mineralsubstanzen auf nassem Weg bereitete Steinmasse, welche theils zur Verbindung der Bausteine, theils zum Abputz etc. dient. Man unterscheidet Luftmörtel, gemeinen Kalkmörtel, und Wassermörtel, hydraulischen M.

Der Luftmörtel kann nur da angewendet werden, wo Gebäude aufgeführt werden sollen, welche bloß der Wirkung der Luft und Witterung, nicht aber des Wassers, ausgesetzt sind, denn wenn er stets dem Wasser ausgesetzt ist, so erhärtet er nicht. Gelöschter Kalk an sich allein erhärtet an der Luft, zerklüftet sich aber sehr, und es würde auch, wollte man denselben allein anwenden, zu viel aufgehen. Man vermengt ihn deshalb mit irgend einem brauchbaren Zuschlag, welcher meistens in Sand besteht, und zwar Quarz-, Feldspath-, Glimmer-, Kalksand, Gruben-, Flußsand, Steinsand von Steinmetzen, (*recoupes de pierres*) von verschiedner Größe des Kornes. Der Sand muß rein, d. h. nicht mit Thon, Humustheilen vermengt sein, weder ganz fein, noch in zu groben Körnern, sondern es ist am besten, wenn die Größe des Kornes verschieden, aber mehr vom feinkörnigen, als vom grobkörnigen. Man schätzt besonders den Grubensand vor dem Flußsand. Je fetter der Kalk ist, desto mehr Zuschlag verträgt er, Mergel- und Muschelkalk erfordern eine weit geringere Menge Sand; Kalk aus Kreide gebrannt erfordert dagegen gerade mehr Zuschlag als Steinkalk. Auf 1 Kubikfuß eingesumpften steifen Kalkbrei nimmt man $1\frac{1}{2}$, 2, bis $2\frac{1}{2}$ Kubikf. Sand; zu wenig Sand giebt einen schlechtern Mörtel, der Ueberschuß

an Kalk verschlechtert denselben; er darf nicht zu dünn, d. h. mit zu viel Wasser angefertigt sein, keine Kalkstreifen zeigen, ein Beweis, daß er nicht gehörig gemengt.

Die bindende Kraft des Luftmörtels erklärt man also: vermöge der Adhäsionskraft, welche der Sand gegen den Kalk, und so auch die Oberflächen der Mauersteine gegen jene ausüben, haftet derselbe an ihnen, und beim allmäligen Zusammentrocknen des Kalkhydrats bildet sich ein festwerdendes Conglomerat, indem zugleich allmählig Kohlensäure verschluckt und basisch kohlens. Kalk neben dem Kalkhydrat sich bildet. Es kann auch wohl unter Umständen fast alles Wasser entweichen, und durch Kohlensäure ersetzt werden. Der Kalk wirkt auf den Sand nicht chemisch ein, wie man früher zu glauben geneigt war. Schnelles Austrocknen ist dem Mörtel nachtheilig, eben so heftiger, schnell eintretender Frost.

Zur Verfertigung von Wassermörtel, *béton*, bedient man sich: 1) des fetten Kalks, welchem man verschiedene Zuschläge beisetzt, welche dem Kalk die Eigenschaft ertheilen, im Wasser zu erhärten; man nennt sie Cemente, chemische Zuschläge, *cimens*. Es sind verschiedene kiesel-saure Verbindungen, theils Naturproducte, theils Kunsterzeugnisse, als: Puzzolane, Trafs, Bimsstein, Basalttuff, Pausilipptuff, Peperin, gebrannter Basalt, Wacke, Klingstein, Thonschiefer, (Erdschlacken), gebranntes Töpfergeschirr, Porzellankapselscherben, (Charmotte) Ziegelmehl, Eisenschlacken. 2) Wendet man auch einen sehr magern Kalk an, welcher viel Thon, (Magnesia, Eisen-, Manganoxydul) enthält, hydraulischen Kalk, welcher durch Brennen in den Zustand eines mit Kalk vermischten Thon-Kalksilikats übergeht. 3) Auch künstlich erzeugten hydraulischen Kalk, durchs Zusammenkneten von Kalk mit Thonfossilien, und Brennen dieses Gemengs.

[Zu 1) a. *Puzzolane, Pozzolana*, vulkanischer Tuff, ist eine lockere, weiche, fast zerreibliche, aschgraue, gelblichbraune, schwarze, glanzlose Masse, im Bruch theils feinkörnig, eben, theil erdig, bald ziemlich frei von Einmengungen, bald verschiedene Fossilien und Felsarten einschließend, von deutlicher Schichtung. Es ist ein vulkanisches Product, welches, fortgeschwemmt von Wasser, an entferntern Orten sich abgelagert hat. Die Puzzolane bildet zusammenhängende Hügel von ziemlicher Ausdehnung an der südwestlichen Seite der Apenninenkette, in der Gegend von Rom bis gegen die Pontinischen Sümpfe und Viterbo, Bolsena; in der Gegend von Neapel, Puzzuolo (*Puteoli* der Alten), woher der Name; auch findet sich vulkanischer Tuff in der Auvergne, Vivarais. Nach *Bergman* besteht die italienische Puzzolane aus: 60 Kiesel-erde, 19 Thonerde, 6 Kalk, 15 Eisenoxyd; eine andere aus: 55 Ks., 20 Th., 5 K., 20 E.]

b) **Trafs**, Tuff- oder Duckstein, *pierre de tuff*, *traas*, *tarras*, eine erdige, schmutzig-gelbe, ins graue und braune ziehende, poröse, auch mehr oder minder dichte Masse; man findet in derselben eingemengt Bimsteinrollstücke, weniger häufig Basalt-, Trachytbrocken, Schlacken-trümmer, Baumstämme, Pflanzentheile; er findet sich in Bänke von einigen Fufs Mächtigkeit abgetheilt. Der Trafs ist ein vulkanisches, durch Wasser aufgeschwemmtes Conglomerat, füllt Thäler aus, Lager von 10 bis 20 Fufs Stärke bildend. Man findet denselben in den Schiefergebilden des Rheinufers eingelagert, grössere und kleinere Spalten desselben erfüllend, besonders in der Gegend am Andernach, bei Pleit; Krizkruff, Töniastein, im Norden von Irland. Er besteht aus: 57 Kieselerde, 28 Thonerde, 6,5 Kalk, 8,5 Eisenoxyd. Er wird ganz besonders nach Holland zu Wasserbauten ausgeführt, dort in eignen Mühlen gemalen.

[Die Quantitäten dieser beiden am meisten angewendeten Cemente, um mit fettem oder magerem Kalk Wassermörtel zu bereiten, sind nach Maassgabe der verschiedenen Güte derselben und der Qualität des Kalks verschieden; magerer Kalk enthält schon Cement in sich, bedarf weniger. Oft setzt man noch Sand, Steingrus mit hinzu, wodurch eigentlich eine Vermischung von Wassermörtel mit Luftmörtel entsteht.]

Wassermörtel erhärtet schnell an der Luft, binnen 12 Stunden, bekommt aber Risse, unter Wasser erfolgt das Erhärten langsamer, binnen einigen Tagen, sie geschieht aber gleichförmiger, ohne Risse und Spalten. Dies erklärt sich daraus, dass unter Vermittelung von Wasser der feuchte Kalk das lockere Cement, ein Silikat von Thon-, Kalkerde, (Magnesia), Eisenoxydul allmählig aufschliesst, und sich damit chemisch verbindet.

Zu 2) Der hydraulische Kalk enthält schon ein Cement in sich, indem er kiesels. Kalk und kiesels. Thonerde, Magnesia, (Eisenoxydul) enthält. In diese Kategorie gehören alle mageren Kalksteine, welche über 20 bis 30% Thon- und Kieselerde enthalten, namentlich die Kalkmergel. Thonerde, Magnesia allein reichen zu diesem Zweck nicht aus, hauptsächlich muss Kieselerde vorhanden sein; Eisen- und Manganoxydul spielen dabei keine active Rolle. Durch schwaches Brennen des Kalkmergels erhält man einen guten hydraulischen Kalk; brennt man stark, was bei grossem Gehalt an Thon nicht ohne Todbrennen geschehen kann, so wird alle Kohlensäure ausgetrieben, und sehr viel Kalk mit dem Thon vereinigt, so dass nur sehr wenig freier Kalk überbleibt; durch schwaches Brennen wird dagegen nur wenig Kohlensäure verflüchtigt, und wenig Kalk mit dem Thon verbunden; im letzten Fall hat sich ein Thon-Kalksilikat von wenig Kalkgehalt, ferner basisch kohlens. Kalk erzeugt. Ein Kalkmergel von mittlern Gehalt an Thon kann schon ein

stärkeres Feuer vertragen. (Nicht jeder Mergel von gleichem Thongehalt wird gleichmäßig behandelt einen gleich guten hydraulischen Kalk liefern, dies liegt wohl in dem Verhältniß der Kiesel- und Thonerde, der physischen Beschaffenheit des Thons, den beigemengten Substanzen etc.)

[Hierher gehört auch der sogenannte Römische Cement, *Roman Cement*, *Ciment romain*, welcher in London verfertigt wird. Ein gewisser *Parker* nahm 1796 auf die Darstellung eines Wassermörtels ein Patent, verband sich später mit *White* und sie fertigten den Cement unter dem Namen *Parker's Cement*. 1801 entstand die Fabrik von *Francis & White* in London, seitdem noch viele andere, unter andern die von *Francis, White & Francis*, welche den Vorrang vor allen andern Fabriken in London verdient, und die größten Geschäfte macht.

Das Fossil, welches zur Cementbereitung angewendet wird, nennt man in England gewöhnlich Cementstein; es sind Kalksteinnieren, die einzeln in mächtigen Thonlagern liegen. Sie kommen meistens in denjenigen Thonschichten vor, welche mit den Kalksteinbänken der Oolithenformation wechseln, und in derjenigen Thonschicht, die über der Kreide liegt, und gewöhnlich *London clay* heißt. Wo nicht besondere Umstände die Gewinnung dieser Nieren erleichtern, können sie nicht gewonnen werden, da sie einzeln zerstreut im Thon liegen; an der Meeresküste aber wird der Thon zerstört, und die Nieren in grosser Menge lose an den Strand getrieben, wodurch ihre Gewinnung sehr erleichtert wird. Man findet sie in Sommersetshire, Derbyshire, Yorkshire, Glamorganshire, auf den Inseln Wight, Thanet, Sheppy, an den Ufern und im Bett der Themse. Man nannte sie ehemals auch *Septaria*, *Ludus Helmontii*, *Dés de Van-Helmont*; ähnliche Kalknieren kommen auch bei Neustadt Eberswalde und auf Rügen am Abhang bei Arcona im Thon vor; so bei Antwerpen, in Baiern bei Altdorf, Kulmbach; von ähnlicher Beschaffenheit ist auch der *Plâtre-Ciment* von Boulogne, (siehe weiter unten). — Diese Kalksteinnieren sind theils faustgroß, theils von der Größe eines Menschenkopfs, gelblichgrau, braun, mit Adern von Kalkspath durchzogen, nicht selten im Innern hohl und mit Kalkspathkrystallen drusenartig ausgefüllt; spezifisches Gewicht der englischen 2,59. Nach *Berthier* bestand eine Probe aus: 65,7 kohlen. Kalk, 0,5 ks. Magnesia, 6,0 ks. Eisenoxydul, 1,9 ks. Mangan- oxydul, 18 Kieselerde, 6,6 Thonerde; der daraus gebrannte Kalk aus: 55,4 Kalk, 36 Thon und 6 Eisenoxyd. Nach *Davy* besteht *Parker's Patent-cement* aus: 22 Kieselerde, 9 Thonerde, 13 Eisen- und Mangan- oxyd, 55 Kalk. — Die Kalknieren von Arcona bestehen aus: 82,9 kohlen. Kalk, 13,0 Kieselerde, 4,3 Eisen- und Manganoxydul, Spuren von Thonerde, *Hünefeld*.

Der Cementstein wird in England in Schachtöfen, (auch in Meilern) gebrannt, fein gemahlen, gesiebt und in Tonnen verpackt; die Farbe ist

dunkel-braunroth. Beim Anmachen mit Wasser saugt er wenig Wasser ein, erwärmt sich wenig, und erhärtet in ganz kurzer Zeit; man mengt ihn mit Sand in verschiedenen Verhältnissen, und verarbeitet ihn schnell. Er wird in England bei Wasserbauten angewendet, bei uns zur Abhaltung von Feuchtigkeit aus dem Erdboden in die Mauern eines Gebäudes, sowohl als Mörtel, als auch als Abputz; zum Gesimsziehen, zum Wölben, wo die Gewölbe dem Einregnen ausgesetzt sind.

Von ähnlicher Beschaffenheit ist der *Plâtre-ciment* von Boulogne-sur-mer; man fand dort einen thonhalten Kalkstein in losen Geschieben, *galets de Boulogne*, am Meeresufer in einer geringen Breite, von rostbrauner Farbe, hart, schwer zerbrechlich, specif. Gewicht 2,16. Das Vorkommen ist selten, weshalb man jetzt nicht mehr die Geschiebe zur Verarbeitung einsammelt. — *Ciment de Pouilly* wird aus einem dem Jurakalk angehörigen Kalkstein angefertigt, welcher 39^o Kiesel-, Thonerde, Magnesia, Eisenoxyd enthält; nach in Paris und Cherbourg angestellten Versuchen zieht man denselben dem *Roman-cement* vor. — Man hat in neuerer Zeit in manchen andern Ländern gleichfalls hydraulischen Kalk entdeckt, in Rußland, Schweden, der Schweiz, Italien etc.]

Zu 3) Früher, ehe man die Erfahrung gemacht hatte, daß ein thonhaltiger Kalkstein, der zur Bereitung des Wassermörtels sich eignet, so häufig vorkommt, suchte man dem Mangel an solchem dadurch abzuhelfen, daß man künstlich aus Kalk und Thon ähnliches Material zu erzeugen suchte, *chaux hydraulique artificielle*. John und Vicat haben dazu Vorschriften ertheilt. Man bedient sich hiezu theils der Kreide, theils des Steinkalks, welchen man, letzterm gelöscht, in einem gewissen Verhältniß Thon zusetzt, daraus ein inniges Gemeng macht, Ziegel formt, trocknet, und mäßig brennt. Vicat lehrt auf 4 Theile fetten Kalk 1 Theil trocknen Thon zu nehmen; ist der Kalk mager, so muß nach Verhältniß die Thonmenge vermindert werden. Man ist öfters in neuerer Zeit davon abgegangen, Kalk und Thon gemengt zu brennen, und hat lieber die Methode vorgezogen, Cement dem Kalk zuzusetzen.

[In Paris wird der künstliche hydraulische Kalk von *St. Léger* vielfältig angewendet, welcher in Meudon nach *Vicat's* Angaben gefertigt wird. Er enthält nach *Berthier* gebrannt: 74,6 Kalk, 23,8 Thon, 1,6 Eisenoxyd.

Einige besondere Mörtelarten zum Abputz bei feuchten Wänden.

Dühl's Kitt, Mastic de Dühl, wird aus Porzellankapselscherben angefertigt, welche zum feinsten Pulver gemahlen werden; man trägt dasselbe mit Leinölfirnis auf. Statt der Porzellankapseln kann auch anderes gebranntes Töpferzeug, Scherben von Schwefelsäure-, Scheidewasserflaschen, irdnen Röhren, Ziegelsteinen gebraucht werden, letztere aber sind am wenigsten gut. — *Hamelin's mastic, lithic paint*, wird in England zum Abputz der Façaden, zu äußern und innern Verzierungen gebraucht

gebraucht, um feuchte und salpetrige Wände damit zu bekleiden; er haftet auf Stein, Ziegel, Holz, Metall: man trägt ihn mit Oel auf, und zwar 1 Centner mit 41 Quart Oel. Er wird aus 50 Maass Kieselband, 50 Kalkmergel (*pierre tendre*) und 9 Bleiglätte und Mennige gefertigt.

Bituminöser Kitt: *Mastic bitumineux*, mit Mineraltheer, flüssigem Erdpech bereitet; von diesem beim Erdharz, Erdpech das Weitere.

Literatur. *Jahn* über Kalk und Mörtel, Berlin 1819, 8vo. *Hassensfratz*: *Traité de l'art de calciner la pierre calcaire etc.* Paris 1825. 4to. D. i. T. V. Artikel „Chaux, Ciment“ T. XIII. *Mastic*: T. XIV. *Mortier*. *Fuchs* über Kalk und Mörtel in E. J. Bd. 6. S. 1. — Ueber *Roman Cement*, *Harmelin's Mastic*. *Ciment de Pouilly*, *Plâtre-ciment* in dem *Bulletin de la Société d'Encouragement* 1829. p. 317. 1830 p. 191. — Ueber die Brauchbarkeit des *Rom. Cement* von *Francis, White & Francis* in den V. d. G. 1829. S. 123.

Die zweite Verbindung des Calciums mit Sauerstoff ist das Ueberoxyd, *Dutoxide de Calcium*. *Peroxyde of C.*, man erhält es durchs Vermischen des Kalkwassers mit Wasserstoffüberoxyd; kleine, glänzende Schuppen, weißes Pulver, zersetzt sich sowohl beim Trocknen, als auch unter Wasser, besteht aus: 56,14 Calc. und 43,86 Sauerst.

Schwefelcalcium, *Sulfure de Calcium*, *Sulphuret of C.*, Kalkschwefelleber, Schwefelkalk, *Sulfure de Chaux*, *Sulphuret of Lime*, *Cantons Phosphor*, gewinnt man theils durchs Glühen von schwefels. Kalk mit $\frac{1}{2}$ Kohlenstaub, theils dafs man über glühenden Kalk Schwefelwasserstoffgas leitet, wobei auch noch Wasser entsteht. — Es hat eine röthlich-weiße Farbe, löst sich sehr schwer in Wasser auf, verlangt 500 Theile zur Auflösung und wird dadurch kaum verändert, schmeckt nach sauren Eiern, alkalisch, setzt beim Abdampfen im luftleeren Raum weiße Krystalle an, leuchtet dem Tageslicht vorher ausgesetzt im Finstern. Man erhält dieses Schwefelcalcium auch mit schwefels. Kalk verbunden dadurch, dafs man 2 Theile Kreide mit 1 Theil Schwefelpulver mengt, in einem Tiegel fest eindrückt, mit einer Lage Kreide überdeckt, und stark rothglüht. Hierbei findet derselbe Prozeß statt, wie bei der Schwefelleber (siehe oben Seite 304). Es hat mit der Kalischwefelleber vieles gemein, entbindet beim Uebergießen mit verdünnten Säuren Schwefelwasserstoffgas. — Hydrothionsaures Schwefelcalcium, Hydrothionsaurer Kalk, *Hydrosulfate de Chaux*, *Hydrosulphuret of Lime*, durchs Zusammenbringen von Kalkmilch und Schwefelwasserstoffgas; die Flüssigkeit zersetzt sich leicht in Schwefelwasserstoffgas und Schwefelcalcium, welches in Krystalle anschiefst.

Das höchste Schwefelcalcium, welches 5mal so viel Schwefel, als ersteres, enthält, gewinnt man durchs Kochen von gelöschtem Kalk mit Schwefelpulver und Wasser; dabei erzeugt sich unterschwelligs. Kalk und auch ein niederes Schwefelcalcium. — Man hat sich dieser Flüssig-

keit in der Leinwandbleicherei als Ersatzmittel der Pottasche bedient, ist aber bald davon zurückgekommen.

Phosphorcalcium, Phosphure de Calcium, Phosphuret of C. durchs Erhitzen von gebrannten Kalk mit Phosphor, unter gleichzeitiger Erzeugung von phosphors. Kalk; hat eine braune Farbe, entbindet mit Wasser benetzt Phosphorwasserstoffgas, eben so mit Salzsäure behandelt, muß in gut verstopften Gefäßen aufbewahrt werden.]

Chlorcalcium, Chlorure de Calcium, Chloride of C., saurer Kalk, *Hydrochlorate, Muriate de Chaux, H. or M. of Lime,* (fixer Salmiak, *Sel ammoniac fixe, fixed sal-ammoniac,* Homberg's Phosphor), findet sich in der Natur, im Steinsalz, Soolwasser, Meerwasser. Man gewinnt dasselbe auf Salinen aus der Mutterlauge, indem man die Chlormagnesium und Chlorcalcium enthaltende Flüssigkeit mit kohlens. Kalk zersetzt, wobei kohlens. Magnesia niederfällt, und Chlorcalcium aufgelöst bleibt. Bei der Destillation des Salmiakgeists bleibt Chlorcalcium zurück, welches aber einen Ueberschuss an Kalk, ferner Kiesel-, Thonerde, Eisenoxyd, von dem unreinen Kalk herrührend, beigemischt enthält, von welchen es dadurch befreit wird, daß man den überschüssigen Kalk mit Salzsäure neutralisirt, die Masse in Wasser löst und dekantirt. Eben so erhält man bei der Bereitung von kohlens. Ammoniak, von Natron aus Kochsalz und Kalk Chlorcalcium, aber stets unrein, rein nur durchs Auflösen von Marmor in Salzsäure.

Chlorcalcium krystallisirt mit 49,12 Wasser verbunden in vier- und sechsseitigen, langen, gestreiften Säulen, schmeckt ekelhaft bitter, salzig, erwärmend, zerfließt an der Luft sehr schnell, löst sich in der kleinsten Menge Wasser auf, erregt starke Kälte, löst sich auch in Weingeist, und macht, daß er mit rother Flamme brennt. Es schmilzt in der Wärme in seinem Wasser, bläht sich dann auf und wird wasserleer; das wasserleere Salz ist weiß, schmilzt in höherer Hitze, leuchtet nach vorausgegangenem Bescheinen durch die Sonne im Finstern, zieht Wasser sehr begierig an und erregt mit Wasser benetzt Wärme, indem es sein Krystallwasser wieder bindet, sodann Kälte, wenn es die gehörige Menge aufgenommen hat; es absorhirt viel Ammoniakgas und schwillt dabei auf. besteht aus: 36,64 Calc. und 63,36 Chlor. Beide, das wasserleere und das krystallisirte, müssen aus angegebenen Gründen in luftdicht verschlossenen, ausgetrockneten Gefäßen aufbewahrt werden.

Man bedient sich des geglühten Chlorcalciums als eines hygroskopischen Körpers, um Gase zu trocknen; wasserfrei darzustellen, den Wassergehalt derselben zu bestimmen; um absoluten Alkohol darzustellen, indem man dasselbe mit sehr starken Weingeist befeuchtet, und dann langsam $\frac{2}{3}$ der aufgeschütteten Flüssigkeit abdestillirt; zur Dar-

stellung von Chlorbarytium (siehe bei diesem), von Weinsteinssäure ans neutralem weinsteins. Kali, zur Reinigung des Boraxes. Das in festen Massen durchs Eindampfen erhaltne Salz wendet man zu Frostmischungen an, (hiezu taugt das gegülhte nicht, weil es erst Wärme erzeugt); 3 Theile Chlorcalcium und 2 Schnee von 0° geben eine Kälte von — 36° R. — In der Technik hat man Chlorcalcium als ein hygroskopisches Material zur Bereitung der Weberschlichte empfohlen und mit Nutzen angewendet, um das Austrocknen derselben zu verhüten, wodurch das öftere Reißen der Kettfäden bei feinem Garn unvermeidlich ist; in der Steindruckerei, um das Feuchtbleiben der lithographischen Steine zu bezwecken; als Düngemittel für die Kunstgärtnerei.

[Chlorcalcium mit Calciumoxyd, basisch salzsaurer Kalk, *Sous-chlorure de Calcium*, *Subchloride of C.*, wird durchs Kochen von Chlorcalcium mit Wasser und Kalk erhalten, bildet sich bei der Bereitung des kohlens. Ammoniaks aus Salmiak und Kreide, des trocknen chlorigt. Kalks.]

Es krystallisirt aus einer heißen Auflösung in langen, flachen, farblosen Prismen, zersetzt sich mit Wasser und Alkohol in Berührung, welche Chlorcalcium auflösen mit Hinterlassung von Kalkerdehydrat, an der Luft zieht letzteres Kohlensäure an. Es besteht aus: 20,29 Chlorcalcium, 30,92 Kalk und 48,79 W. — Jodcalcium, *Jodure de Calcium*, *Jodide of C.*, hydriodsaurer Kalk, *Hydriodate de Chaux*, *H. of Lime*, eine weiße, sehr zerfließliche Substanz, zersetzt sich durchs Glühen in verschlossnen Gefäßen nicht, aber in offnen, indem Kalk zurückbleibt, Jod verdampft, besteht aus 14,25 Calc. und 85,75, Jod. — Cyancalcium, blausaurer Kalk, zersetzt sich sehr leicht schon an der Luft durch die Kohlensäure derselben.]

Fluorcalcium, *Fluorure de Calcium*, *Fluoride of C.*, flusssaurer Kalk, *Hydrofluat de Chaux*, *H. of Lime*, kommt sowohl im Mineralreich als Flusspath vor, im Ytrococerit, in einigen Mineralwassern, als auch im Pflanzen- und Thierreich, im Schmelz der Zähne, in den Knochen.

Der Flusspath, *Spath fluor*, *Fluor spar*, krystallisirt in regelmäßigen Oktaëdern, Würfeln, kommt auch derb vor, farblos, gelbgrün (böhmischer Smaragd), veilchenblau, grau, von starkem Glasglanz, durchsichtig, bis durchscheinend, specif. Gewicht 3,3 bis 3,09. Die Grafschaft Derbyshire in England ist wegen großer Stücke berühmt, welche in der Odingrube bei Castleton gebrochen und geschliffen werden; man findet außerdem Flusspath im böhmischen und sächsischen Erzgebirge, am Harz, in Tyrol, der Schweiz, Schweden, Ungarn, Sibirien etc. Der Flusspath hat meist die Eigenschaft gepulvert bei gelindem

Erhitzen auf einem Metallblech mit violetten oder grünen Licht im Finstern zu phosphoresciren, doch giebt es auch Flusspath, welcher diese Eigenschaft nicht besitzt. Bei diesem Erhitzen verknistert, zerspringt er; ausgezeichnet schön phosphorescirt der sibirische Flusspath, Chlorophan genannt, mit smaragdgrünem Licht, dieser leuchtet auch nach dem Bescheinen durchs Sonnenlicht.

Der Flusspath schmilzt in grösserer Hitze zu einem undurchsichtigen Glas, leichter bei einem Zusatz von Gyps, Schwerspath; das glasartige Product ist heiss durchsichtig, wird aber beim Erkalten undurchsichtig. Concentrirte Schwefelsäure zersetzt bei niedern Temperaturgraden den gepulverten Flusspath nicht, bildet eine dicke, zähe, durchscheinende Masse, bei einer Erwärmung auf 40° hebt die Zersetzung an, wenn das Fluorcalcium rein ist, Flusssäure wird gebildet und entwickelt. Weder Kali- noch Natronhydrat greifen Flusspath an, aber kohlens. Alkalien in der Hitze; seine Zusammensetzung ist: 52,29 Calc. und 47,71 Fluor (74,35 Kalk, 25,65 Flusss.). Künstlich kann man durch Zersetzung des kohlens. Kalks mittelst reiner Flusssäure Fluorcalcium bereiten; ein weisses, körniges Pulver, geschmacklos, in Wasser äusserst wenig löslich.

Man bedient sich des Flusspaths zur Darstellung der Flusssäure (Kiesel- und Borflusssäure) siehe oben Seite 271, als Zuschlag (besonders des dichten) zum Ausschmelzen von Kupfer-, Eisenerzen, woher auch der Name Flusspath gekommen, indem derselbe den Schlackenbildungsprozess befördert, und dadurch zum leichtern Fluss derselben beiträgt; zum Email auf eiserne Kochgeräthe, mit Gyps und Schwerspath vermischt.

Kohlensaurer Kalk, *Carbonate de Chaux*, *C. of Lime*, kommt im Mineralreich in ungeheuren Massen vor, mächtige Gebirgszüge bildend; auch im Thierreich zeigt sich kohlens. Kalk nicht selten, besonders in den Muschel-, Schnecken-, Eier-, Krebschalen etc. Dagegen scheint er in Pflanzen nicht vorzukommen, denn der in der Asche sich findende kohlens. Kalk dürfte aus pflanzensaurem Kalk durchs Einäschern entstanden sein.

Der neutrale kohlensaure Kalk kommt theils krystallisirt als Kalkspath und Arragonit vor, theils krystallinisch als weisser Marmor, theils derb als Kalkstein, und erdig als Kreide, Schaumkalk etc. Die Grundform der so zahlreichen secundären Formen des Kalkspaths ist ein Rhomboëder von bestimmten Winkeln, die Grundform des Arragonits, welcher oft, aber nicht immer, etwas kohlens. Strontian enthält, ein Octaëder; specif. Gewicht 2,6 bis 7. Auf künstlichem Weg hat man kohlens. Kalk noch nicht in Krystallen erhalten, wohl aber hat man stalaktitenartige (tropfsteinartig gebildete) Massen aus Kalkwasser erhalten,

z. B. in der Chlorkalkküpe bei der Kattundruckerei, ganz so wie sie sich in Höhlen aus doppelt kohlens., in Wasser löslichen, Kalk erzeugen. Der künstlich erzeugte kohlens. Kalk ist ein weißes, zartes Pulver, geruch- und geschmacklos, in 16000 Theilen reinem Wasser, dagegen viel leichter in kohlensaurem Wasser löslich, in letzterm doppelt kohlens. Kalk bildend. Er giebt in heftiger Glühhitze die Kohlensäure ab, (besonders wenn Wasserdämpfe mit im Spiel sind) und wird nicht tod gebrannt (hierüber vergl. das vorn Seite 409 Gesagte). Wenn man gypulverten kohlens. Kalk in einen Tiegel einstampft und glüht, so giebt er kaum die Kohlensäure aus, wohl aber, wenn er in losen Stücken eingelegt wird. Er besteht aus: 56,29 Kalk und 43,71 Kohlens. Legt man gebrannten Kalk an die Luft, so wird ein Theil davon sich mit Kohlensäure, ein anderer mit Wasser verbinden, und es entsteht beim Zerfallen desselben kohlens. Kalk + Kalkhydrat; nur sehr langsam verwandelt sich letzteres auch in kohlens. Kalk.

Doppelt kohlensaurer Kalk, *Bicarbonate de Chaux*, *B. of Lime*, findet sich sehr häufig in Mineral-, in Brunnenwassern (den harten Wassern) aufgelöst, aus denen sich beim Verdunsten der Kohlensäure neutraler kohlens. Kalk absetzt, wie z. B. der Sprudelstein in Carlsbad, welcher auch unter andern ein wenig kohlens. Strontian enthält, der Tropfstein in Höhlen (Baumanns-, Bielschöhle am Harz).

Deshalb setzt sich auch aus den Soolwassern beim Gradiren, noch mehr beim Verkochen, eine feste Kruste an den Pfannen ab, welche auch noch Gyps und Glaubersalz, Kochsalz enthält, — Pfannenstein —; aus den harten, kalkreichen Brunnenwassern beim Sieden der sogenannte Topf- oder Kesselstein, welcher die Töpfe, Kessel der Dampfmaschinen auskleidet, er besteht aus kohlen- und schwefels. Kalk (vergleiche vorn Seite 103); eben so in Wasserleitungsröhren, namentlich in metallnen.

[Man entfernt aus den Kochgeräthen, Siedepfannen und Dampfmaschinenkesseln den Kalk von Zeit zu Zeit durchs Abklopfen, Ausbrechen mit eisernen Werkzeugen, was aber für die Haltbarkeit der Geräthe nicht vortheilhaft ist, da das Metall, die Vernietungen dadurch angegriffen werden; man kann sich auch wohl in einzelnen Fällen der schwachen Salzsäure bedienen, welche den kohlens. Kalk auflöst, und den Gyps in Form eines feinen Pulvers scheidet, — besteht jedoch der Pfannenstein aus Gyps allein, so kann Salzsäure nichts nutzen, — aber nur wenn das Gefäß nicht aus Eisen, sondern aus Kupfer, Blei oder andern Zeug, denn ersteres wird dadurch auch aufgelöst. Verhütet wird eine solche Kalkkruste in Dampfmaschinenkesseln durch Hinzuthun von Kartoffeln, Malz, welche zu einer schleimigen Masse zerkothen, und das Zusammenbacken der sich aus der Flüssigkeit niederschlagenden Kalktheilchen zu einer dichten Kruste verhüten. Man findet dann bloß einen

Kalkschlamm am Boden des Kessels, welcher abgelassen wird. Man hat auch die Bemerkung gemacht, daß schon vorhandne Krusten durch Kartoffeln sich auflösen. Die Kalkkrusten sind schlechtere Wärmeleiter als das Metall, hiedurch wird nicht so schnell und so viel Wärmestoff an die Flüssigkeit abgesetzt, als wären die Metallflächen rein; es kann dadurch der Uebelstand entstehen, daß, wenn die Krusten dick, und das Wasser mit dem Metall nicht mehr in unmittelbare Berührung kommen kann, das Metall glühend wird und dann plötzlich, durch sehr starke Ausdehnung des Metalls, die adhärende Kruste reißt, und Wasser von niederer Temperatur mit glühendem Metall in Berührung tritt, wodurch eine so plötzliche Dampferzeugung erfolgt, daß Gefahr wegen Sprengung eintritt.

Um aus Wasserleitungsröhren, namentlich metallnen, den Kalkniederschlag zu entfernen und zu verhindern, hat man wollen das von Davy zuerst im Großen angewendete Princip der elektro-chemischen Wirkung zweier Metalle in ihrer Berührung benutzen. Dumas rieth, um in bleiernen Röhren Kalkkrusten zu vermeiden, stellenweis eiserne Pfropfen einzusetzen; dadurch werden aber nur die Pfropfen (der + elektr. Faktor) schnell oxydirt, in kohlen. Eisenoxydul, Oxydhydrat verwandelt, während die erdigen Substanzen sich am Blei (dem — elektr. Faktor) niederschlagen, ohne daß das Blei oxydirt und gelöst wird. (Uerhaupt sind bleierne Röhren, um Trinkwasser zu leiten, ganz verwerflich, was schon die Römer wußten!)]

Einiges über das Vorkommen des kohlen. Kalks im Mineralreich und die technische Benutzung desselben.

[1) Kalkspath, Doppelspath (Isländ. Krystall), *Spath calcaire*, *Calcareous spath*, erscheint in einer großen Mannigfaltigkeit von secundären Formen, (unter andern in 6seitigen Säulen, Doppelpyramiden) deren gemeinschaftliche Grundform ein bestimmtes Rhomboëder, theils farblos, durchsichtig, theils gelb, grau und anders gefärbt, von Glas- und Perlmutterglanz, doppelter Strahlenbrechung, specif. Gewicht 2,3. Auch zeigt sich Kalkspath in stänglig-abgesonderten Stücken, tropfsteinartig; er erscheint in Felsarten aller Bildungszeiten des Erdkörpers. — Durchsichtige Krystalle von rhombischer Gestalt werden zu Versuchen über doppelte Strahlenbrechung, Polarisirung des Lichts, dichter Kalkspath zur Darstellung von Kalk und Kalkwasser im Kleinen angewendet, auch brennt man wohl, wenn sich derselbe in Masse findet, Kalk im Großen aus ihm. — Arragonit, krystallisirt in regelmäßigen Oktaëdern, erscheint in nadelförmigen, spießigen Krystallen, Textur blättrig, ins Strahlige, muschliger Bruch, durchsichtig, doppelte Strahlenbrechung, farblos, grau- auch grünlichweiß, lebhaft glasglänzend. — 2) Faserkalk, tropfsteinartig, korallen-, staudenförmig, derb, verschieden gefärbt; wird nicht selten zu Schmucksachen verarbeitet.]

3) Körniger Kalk, Urkalk (Kararischer Marmor), *Calcaire primitif, Marbre salin, granular Lime-stone*, von körnig-blättrigem Gefüge bis ins höchst Feinkörnige: weiss (Statuenmarmor), gelb. grau, und anders gefärbt, gefleckt, vielfarbig (architektonischer Marmor), durchscheinend, oft nur an den Kanten, zwischen Glas- und Perlmutterglanz. Er zeichnet sich unter andern dadurch aus, dass man in ihm keine Versteinerungen findet. Theils kommt er ungeschichtet vor, theils geschichtet, er bildet meist Lager im ältern Gebirge, im Ur- und Uebergangsgebirge. — Anwendung zu Bildhauerarbeiten, architektonischen Werken, Zierrathen etc., zum Kalkbrennen, er liefert einen sehr schönen fetten Kalk, zur Entwicklung von kohlensaurem Gas, zu andern chemischen Präparaten.

4) Dichter Kalkstein, *Pierre calcaire compacte, compact Limestone*, kommt im Uebergangs- und Flözgebirge in verschiedenen Bildungsperioden vor. Man unterscheidet Uebergangskalk, Alpenkalk, Jurakalk, Grobkalk, Muschelkalk, nach Verschiedenheit ihres Alters, Einlagerungen, Beimengungen. Dörbe Masse, von splittrigen ins flachmuschlige und ebne verlaufenden Bruch, grau ins gelbe, bläulich-grau, theils ohne Versteinerungen, theils enthält er solche in reichlicher Menge; meist ungeschichtet, aber auch mitunter geschichtet. Man bedient sich desselben als Baustein zu Fundamentmauern, zum Wasserbau; zum Chausseebau ist er zu weich, eben so als Pflasterstein, noch weniger zu Brandmauern, nicht bei Kloaken und Viehställen, weil er zur Salpeter- und Natronerzeugung geneigt ist. — (Schwedische Fliesen, plattenförmig brechender rother und bläulicher Kalkstein.) — Man brennt aus diesem Kalkstein den meisten Kalk, man gebraucht ihn als Zuschlag beim Schmelzen von Eisenerzen, beim Frischen des phosphorhaltigen Roheisens, zum Kalken der Felder etc.

5) Lithographischer Stein, dichter Kalkstein, von licht-gelb- und rauchgrauer Farbe, bricht in horizontalen Platten von verschiedner Stärke, muschlig im Bruch, dicht und sehr gleichförmig im Gefüge, umschliesst eine grosse Zahl mannichfacher Versteinerungen von Thieren und Pflanzen. Man findet ihn im oder auf dem Gebiet des Jurakalk, namentlich im Königreich Baiern zu Solenhofen, im Landgericht Monheim, 3 Stunden von Neuburg an der Donau. Neuerdings hat man in Frankreich zu Vermanton in Burgund, im Juragebirge bei Salins vorzüglichen lithographischen Stein gefunden, auch zu Damvant bei Pruntrut^{*)}. Der lithograph. Kalkstein muss von gleichem, feinen Korn sein.

^{*)} Eine grössere Liste von Fundörtern in Frankreich siehe in den *Annales de l'industr. franc.* T. 3. p. 571.

ohne Adern, Flecke, weiche Stellen; er darf von Stahlinstrumenten nur schwierig angegriffen werden. Der Gebrauch, den man von diesem Stein macht, wird schon durch den Namen angezeigt, außerdem dient er auch zum Belegen von Fußbädern.

6) Kreide, *craie*, *chalk*, Kalkmasse von theils fein- theils groberdigem Bruch, theils weich, locker, theils ziemlich hart, von weißer Farbe, ins gelbliche und graue. Reine Kreide enthält nur kohlen. Kalk, ein wenig Thon, Eisenoxyd, nicht selten ist sie aber mergelig oder mit sehr feinkörnigem Quarzsand vermengt. Die Kreide enthält merkwürdige Versteinerungen, zeigt keine regelmäßige Schichtung, wohl aber mächtige Bänke, enthält Lager von Feuerstein, meist in einzelnen Knollen, Thon und Mergel. Ihre Berge und Hügel ziehen sich in großen Strecken längs der Meeresküste der Niederungen des nördlichen europäischen Festlands, an der Nord- und Ostsee, oder in der Nähe derselben. So auf Rügen, an den Küsten von Jütland, Seeland (Insel Mön), in England besonders in York-, Wiltshire, Sussex, in Frankreich in der Champagne. — Die Anwendung derselben ist vielfach und bedeutend; zum Kalkbrennen sehr gewöhnlich in England, die härtere als Baustein; zum Zeichnen, Schreiben, zum Anstrich, zum Versetzen des Bleiweißes, zum Grundiren von Pergament, Holz, welches vergoldet werden soll, zum Putzen metallner Gegenstände, zum Glassatz, zu Kitt; in der Chemie zu mancherlei Präparaten. Zu verschiedenen Zwecken muß sie gereinigt, geschlemmt werden.

[Fabriken für die Darstellung von Schlemmkreide sind in Berlin, Wien u. a. a. O., in Frankreich zu Meudon, Troyes, daher die Namen *Blanc de Meudon*, *Bl. de Troyes*, *Bl. d'Espagne*. Geschlemmte Kreide wird halbtrocken in Kuchen, kleine Cylinder geformt. — Bergmilch, Mondmilch, *Lait de lune*, *Moëlle de pierre*, *Agaric minéral*, *Rockmilk*, derb, theils schwammartig, theils locker verbundene staubartige Theile, undurchsichtig, matt, gelblichweiß ins graue und röthliche, mager anzufühlen. Ein kalkiger Niederschlag in Höhlen und Klüften des Flötzkalks, in Kalktuff, Sandstein, findet sich in Württemberg, Baiern, der Schweiz, Piemont, England, Schweden. Nach einer Analyse von *Fabroni* enthielt dieselbe kiesel. Magnesia, Thonerde, Kalkerde, Eisenoxydul. Er lehrte dieses Material zur Verfertigung schwimmender Steine, *briques flottantes*, anwenden, welche sich durch Leichtigkeit und schlechtes Wärmeleitungsvermögen auszeichnen, ein Ziegel von 7 Zoll Länge, 4½ Breite, 1½ Stärke wog 28½ Loth, während ein gewöhnlicher Stein von gleichen Dimensionen 5 Pf 13½ Lth wog. Sie sind im Feuer nicht schmelzbar (?). Schwimmende Steine waren den Alten bekannt.]

Süßwasserkalk, Kieselkalk, Kalktuff, gehören einer spätern Formation an, werden gleich den andern Kalkarten verwendet:

letzter dient zur Salpetergewinnung, wie oben Seite 326 gezeigt worden ist. — Mergel, *marne*, *marl*, ein Gemeng von kohlens. Kalk, Thon und Sand in variablen Verhältnissen, theils fest, verhärteter M., theils erdig, Mergelerde; man unterscheidet Kalkmergel, *marne calcaire*, von weißer, gelblich weißer Farbe, erdigem Bruch, matt, zerblättert sich durch den Einfluß der Witterung, zerfällt, brennt sich zu einem guten magern Kalk, siehe vorn Seite 409, wird leicht in der Hitze todgebrannt. Man gebraucht ihn theils zum Kalkbrennen, wodurch oft ein hydraulischer Kalk gewonnen wird, zum Mergeln der Felder von fetten, schweren Thonboden. Kalkmergel ist in der Mark Brandenburg nicht selten anzutreffen. — Thonmergel, *marne argileuse*, mit vorwaltendem Thon, grünlichgran, hellgrau, derb, auch erdig, besonders der thonreiche; saugt sich an die Zunge an, riecht beim Anhauchen stark thonig. Man wendet denselben theils zum Ziegelstreichen an (siehe unter dem Artikel „Ziegelbrennerei“), theils den derben zu Platten, zur Verbesserung des magern Kalk- und Sandbodens. — Sandmergel, *marne sableuse*, Kalkmergel mit Sand innig gemengt, verhält sich wie dieser, findet im fetten, kalkreichen Thonboden nützliche Anwendung. Der Mergel ist meist deutlich geschichtet, bildet mehr oder minder mächtige Bänke, ist stets stark zerklüftet, und wird durch die Einwirkung von Luft und Regen leicht zerstört; er kommt im Flötzgebirge, als ein Glied älterer und neuerer Kalkformationen, nicht selten im aufgeschwemmten Land zwischen Sand- und Thonschichten vor. Er geht in dichten Kalkstein, Lehm, Sandstein über. — Dolomit, kohlens. Kalk mit kohlens. Magnesia, kommt im Urgebirge auf eignen Lagern vor, so in England, Oesterreich, Tyrol, Baiern, kann zu Kalk gebrannt werden, jedoch etwas schwerer, und giebt einen brauchbaren Mörtel, besonders für den Wasserbau, wie Versuche in England und Baiern gezeigt haben. Man bedient sich auch des magnesiahaltigen Kalksteins zur Gewinnung von kohlens. und schwefels. Magnesia (siehe bei diesen weiter unten.)

[*Brard's* Verfahren die Güte der Kalksteine zu prüfen, ob sie vom Frost leiden oder nicht, nämlich mittelst einer gesättigten Auflösung von Glaubersalz, siehe in den V. d. G. 1829. S. 178. *Chevallier* hat mit Salzsäure gesäuertes Wasser zum Reinigen vergrauter Marmorbekleidungen, alter Wände empfohlen, allein dadurch entsteht salzsaurer Kalk, wodurch die Wände, wenn sie nicht gut abgewaschen werden, leicht feucht bleiben; verdünnte Schwefelsäure ist von andern dazu vorgeschlagen worden.

Lithographisches Verfahren. Die Kunst auf Stein zu zeichnen, wurde von *Senefelder* in München gegen Ende des vorigen Jahrhun-

derts erfunden. Die Möglichkeit auf diese Weise Abdrücke machen zu können, beruht auf folgenden Punkten: es haftet auf dem Kalkstein die harzig-fettige Materie, mittelst welcher man auf den Stein zeichnet, und nimmt die Druckerschwärze an; alle übrigen Stellen des Steins, welche nicht bezeichnet, nehmen keine Schwärze an, indem sie mit Wasser genetzt sind. Drückt man nun den mit Schwärze überfahrenen Stein auf Papier mittelst einer eigens konstruirten Presse ab, so erscheint ein Abdruck der Zeichnung. — Die Steine werden in rechtwinklige Platten zersägt, die größten sind 3 Fuß lang, 2 F. breit, die Stärke 20 bis 24 Linien, sie werden mit Sand und Wasser geschliffen (siehe oben Seite 381), indem man einen über den andern schleifend hin und her bewegt, welches am schicklichsten in großen Anstalten durch Maschinen geschieht. (Zu diesem Zweck sind auch in Frankreich mehrere ausgeführt worden.) Man schleift dann die Steine, nachdem sie aus dem Groben bearbeitet sind, mit großen Stücken Bimstein und Wasser nach.

Man unterscheidet zwei verschiedene Maniren des Steindrucks, erhabne und vertiefte, erstere durchs Auftragen von fettig-harzigen Tinten, Kreiden, letztere durchs Stechen, Aetzen. Zum Zeichnen bedient man sich entweder der lithographischen Kreide, *crayon lithographique*, oder der Tinte, *encre lithogr.* Die Masse dieser fettigen Substanzen muß fest am Stein haften, und weder durch das Aetzen des Steins mit verdünnter Säure, noch während des Abdrucks sich vom Stein ablösen, sie muß einen solchen Grad von Consistenz haben, daß sie sich mit derselben die feinsten Linien ausführen lassen, ohne daß sie wegen Sprödigkeit brechen, noch wegen Weichheit sich verschmieren.

Es giebt sehr viele Vorschriften zur Verfertigung von lithographischer Kreide; die Ingredienzien sind Wachs, Seife, (Talg, Wallrath, Schellack) Ruß. Z. B. weißes Wachs 4 Th., harte Talgseife, reinen Rindertalg, Schellack von jedem 2 Th., Ruß 1 Th.; oder trockne Talgseife, weißes Wachs von jedem 6 Th., Ruß 1 Th. Aus dieser Masse, welche über gelindem Feuer geschmolzen und vereinigt wird, gießt man mittelst einer Stängelchenform Stangen von der Form gewöhnlicher Zeichenstifte. — Lithographische Tinte verfertigt man also: Wachs 16 Th., Schellack 12, Mastix 8, reiner Talg, harte Talgseife von jedem 6 Th., Ruß 4, venetianischen Terpentin 1 Th.; oder: Schellack 150 Th., trockne Talgseife, Mastix, gereinigte Soda von jedem 30 Th., Ruß 12. Die geschmolzene und innig gemischte Masse gießt man in Tafelform, und schneidet daraus vierkantige Stückchen.

Die Tinte muß mit Wasser eine Emulsion geben, d. h. sich fein zertheilt mit Wasser innig mengen, so daß sie gut aus der Stahlfeder, Ziehfeder fließt. Man behandelt sie wie Tusch, und trägt sie auch mit dem Pinsel auf. Man bedient sich häufig, statt daß man eine Zeichnung gleich auf Stein fertigt, was natürlich verkehrt geschehen muß, damit beim Abdruck der Gegenstand richtig dargestellt wird, des sog-

nannten Ueberdruckpapiers, *papier autographique*, eines eigens zugerichteten Papiers, auf welches man mit einer besondern Kreide oder Tinte zeichnet oder schreibt, und nachmals das Gezeichnete oder Geschriebne auf den Stein abdruckt, so daß sich die Zeichnung von dem Papier ablöst und auf den Stein übergeht. Zu dem Ende wird ungeleimtes Druckpapier mit Stärkekleister, welchem arabisches Gummi, Alaun und eine Abkochung von Gelbbeeren, um dem Papier eine Farbe zu geben, zugesetzt worden, heiß überstrichen, getrocknet und gepreßt; 120 Stärkemehl, 40 arab. Gummi, 20 Alaun. Eine andre Vorschrift lehrt auf 32 Th. Stärkemehl 1 Th. Gummi Gutti zu nehmen.

Man zeichnet oder schreibt auf dasselbe mit einer Kreide oder Tinte, welche weicher und fettiger ist, als diejenige, deren man sich unmittelbar auf Stein bedient; trockne Seife, weißes Wachs, von jedem 100 Th., Schellack, Mastix, von jed. 50 Th., Hammeltalg, Ruß, v. j. 30 Th. Ist der Bogen bezeichnet, so wird er auf der Rückseite befeuchtet, und auf den bis zu 36° angewärmten Stein gelegt, mit Fließpapier bedeckt, einigemal gepreßt, bis die Zeichnung sich gelöst und auf dem Stein sich befestigt hat. Das Papier klebt fest am Stein und wird durch Wasser abgelöst.]

Die Steine werden, nachdem sie bezeichnet, sei es nun direct, oder indirect, mit sehr verdünnter Salpetersäure (100 Wasser, 1 Salpetersäure) geätzt, (*acidulation*) um der Kreide und der Tinte das Alkali zu nehmen, wodurch die Masse fester und weniger in Wasser auflöslich wird, und die nicht bezeichneten Stellen von allem Steinstaub gereinigt, die Poren geöffnet werden, so daß sie Wasser einsaugen können. Nach dem Aetzen nimmt man mit Wasser das erzeugte Kalksalz hinweg, und präparirt den Stein mit Gummiwasser, welches sich in die Poren einzieht, und bewirkt, daß die damit getränkten Stellen keine Schwärze annehmen. Nach *Chevallier* und *Langlumé* bereitet man eine Aetzflüssigkeit aus 6 Loth geschmolzenen salzsauren Kalk, 19 Loth Regenwasser, man löst auf, filtrirt, und mischt den aus 4 Loth arabischen Gummi gefertigten Schleim darunter, und setzt zuletzt 1 Loth reine Salzsäure zu. Diese Flüssigkeit dient zugleich zum Aetzen, Gummiren, und erhält durch den salzsauren Kalk, den sie enthält, die Steine, in deren Poren sie sich einzieht, stets feucht, was für den Druck sehr vortheilhaft ist.

Die Schwärze, deren man sich zum Abdruck bedient, ist ganz analog der Buchdruckerschwärze, nämlich sehr dick eingekochtes Leinöl, mit Ruß gemischt, (hiervon das Genauere unter Leinöl); man hat zweierlei, eine steifere und eine weniger dicke, erstere für Steine, die mit Kreide, letztere für Steine, welche mit Tinte bezeichnet sind. Das Auftragen der Schwärze geschieht mit Walzen wie in der Buchdrucke-

rei, der Abdruck mittelst einer Presse eigner Einrichtung, auf angefeuchtetes Papier. — Soll die Zeichnung von einem Stein ganz, oder theilweis weggeschafft werden, (*effaçage*), so schleift man dieselbe im ersten Fall mit Sand ab; oder nimmt, im zweiten, mittelst eines Schabers den Theil hinweg. Beide Verfahrensweisen sind gleich un bequem, und letztere besonders deshalb, weil stellenweis der Stein vertieft wird und es schwer hält, die neue Zeichnung ganz in Uebereinstimmung mit der verbliebenen zu bringen. Deshalb bedienen sich *Chevallier* und *Langlumé* einer Auflösung von Aetzkali in 3 Theilen Regenwasser, welche sie sowohl auf den ganzen Stein, als auch blos stellenweis auftragen, wodurch die fettig-harzige Masse aufgelöst wird. Auch bedient man sich des Terpentinöls zu gleichem Zweck. Durch diese Verfahrensweise werden die Steine sehr geschont, welche durch das Abschleifen, welches viel mehr Zeit und mehrere Arbeiter erfordert, stark abgenutzt wurden.

Oft tritt der Fall ein, daß der Künstler retouchiren muß, d. h. dies und jenes zufügen, verbessern. Ist aber der Stein schon mit Säure geätzt, gummirt, so würde sich die neu aufzutragende Kreide, Tinte mit der ihres Alkalis beraubten Kreide und Tinte, welche auf dem Stein haftet, nicht verbinden. Zu dem Ende suchten die genannten Männer die letztere wieder zu alkalisiren, und so fähig zu machen, frische Masse anzunehmen. Sie bereiteten eine Auflösung von 1 Theil Aetzkali in 63 Th. Wasser, und befeuchteten damit die Stelle, welche retouchirt werden soll; selbst die sehr conc. Auflösung von Kali ist hiezu mit Vorsicht anwendbar, sie darf nur 2 bis 5 Minuten lang einwirken. Man spült dann die Flüssigkeit ab, läßt trocknen und zeichnet das nöthige hinein, säuert mit gummihaltender verdünnter Säure, und druckt ab. Mittelst dieses Verfahrens ist es dem Steinzeichner möglich, eben so wie dem Kupferstecher, Probedrucke zu erhalten, um zu sehen, wie die Zeichnung ausfällt, was früher nur sehr schwierig möglich gemacht werden konnte.

Die vertiefte Manier wird folgendermaßen ausgeführt. Ein harter Stein wird mit Gummiwasser präparirt, dann mit Wasser abgewaschen, mit einer schwarzen oder rothen Farbe, die mit Gummiwasser bereitet, bestrichen, um die radirten Stellen erkennen zu können. Darauf wird mit einer Nadel oder Grabstichel die Zeichnung eingestochen, die Staubeile mittelst trockner Pinsel weggenommen, und die vertieften Linien mit einer dünnen Druckerschwärze eingerieben, um die Farbe mit Wasser abwischen zu können. Man bedient sich auch der Aetzmanier, wie beim Kupferstich, besonders bei Landkarten, um blos eingerissne Zeichnungen mittelst Scheidewasser in den Stein zu ätzen. Zu dem Ende muß der Stein mit dem sogenannten Aetzgrund überzogen werden, ei-

ner aus Wachs, Harzen und Talg gemischten Masse. Man kann verschiedene Töne erhalten, wie beim Aetzen in Kupfer, daß man die Stellen, welche schwache Tinten geben sollen, nach kurzer Einwirkung der Säure mit Deckgrund zudeckt, dann weiter ätzt, wodurch Mitteltöne erreicht werden, deckt, und zuletzt die tiefsten Töne durchs tiefere Aetzen erzeugt. Nach Vollendung des Aetzens wird die Säure abgegossen, mit Wasser abgespült, der Aetzgrund und Deckgrund mit Terpentinöl aufgelöst. — Eine eigne Manier ist noch die Aquatinta auf Stein, welche auf verschiedene Weise ausgeführt wird; *Lavis* von Engelmann mittelst Tampons. — Ist eine Steinszeichnung nach geschehenem Abdruck aufzubewahren, um sie später wieder zu benutzen, so wird die Zeichnung mit einer eignen conservirenden Farbe, (*encre de conservation*), aus Wachs, Talg und Ruß bestehend, eingerieben, oder aufgewalzt, um dem Erhärten der Zeichnung und daraus entstehender Sprödigkeit vorzubeugen, der Stein mit einer conc. Auflösung von Gummi (und Zuckerkand) genetzt, welches ihn theils vor Staub schützt, theils gelind feucht erhält. Er muß an einem kühlen Ort aufbewahrt werden.

[*Al. Senefelder*, vollständiges Lehrbuch der Steindruckerei, München 1818, 4to. Franz. Ausgabe, *l'art de lithographie*, Paris 1819. — *Bréguant*, *Manuel de dessinateur et de l'imprimeur lithographe*, Paris 1827. — *Engelmann*, *Manuel de dessinateur lithographe*, 2e édit., Paris 1824.

Schwefligsaurer Kalk, *Sulfite de Chaux*, *S. of Lime*, wird durchs Hineinleiten von schwefligsauren Gas in Kalkhydrat erhalten. Ein weißes Pulver, löst sich in 800 Theilen Wasser auf, verwittert langsam, verliert sein Krystallwasser, verwandelt sich an der Luft in schwefels. Kalk, besteht aus 47 K. und 58 schwefl. S. Das saure Salz löst sich viel leichter in Wasser auf, krystallisirt aus der Auflösung in farblosen Säulen.

Man bedient sich des neutralen Salzes wegen seiner Verwandtschaft zum Sauerstoff, seiner Umwandlung in Gyps, um die Gährung des Mosts zu verhüten, wenn man Traubenzucker verfertigen will; auch soll er das Umschlagen junger Weine verhüten.]

Schwefelsaurer Kalk, *Sulfate de Chaux*, *S. of Lime*, Gyps, *gypse*, *gypsum*, kommt in der Natur vorzüglich im Mineralreich vor, dergleichen in Wassern gelöst, (harte Wasser siehe S. 103); auch im Pflanzen- und Thierreich, obschon weit seltner. Man unterscheidet wasserhaltenden und wasserleeren, letztern nennt man Anhydrit; (wasserleer) auch Muriacit, weil er stets das Steinsalz begleitet; erster wird im krystallisirten Zustand Gypspath, Marienglas; (Frauenglas, Fraueneis) genannt.

Der Anhydrit krystallisirt in geraden, rechtwinkligen Säulen, specif. Gewicht 2,7 bis 3,0; kommt auch strahlig und körnig vor, weiß ins graue, gelbe, röthliche, durchscheinend bis undurchsichtig, findet

sich im Steinsalz- und Gypsegebirge, in Salzburg, Tyrol, zu Bex in der Schweiz. — Gypsspath, Selenite, krystallisirt in schiefen, rechtwinkligen Säulen, farblos ins graue und gelbe, braune, zwischen Glas- und Perlmutterglanz, durchsichtig, specif. Gewicht 2,26, findet sich im Gyps- und Steinsalzgebirge, seltner auf Gängen, oft auch als ganz junges Gebild in verlassnen Grubengebäuden, in den ausgelaugten Alaunerzen (Freienwalde). Gyps kommt auch faserig, schaumig, erdig vor, besonders aber körnig, sowohl im Ur-, Uebergangs-, als älterm Flötzgebirge, Alabaster. Dieser ist feinkörnig, seltner klein- oder grobkörnig, ins schuppige oder blättrige übergehend, von weißer, gelblich-grauer, rüthlicher Farbe, nicht selten gefleckt, gestreift, geadert; den ans Dichte angränzenden körnigen Gyps nennt man Gypsstein, *pierre à plâtre*. Er enthält mehrere Procent kohlens. Kalk, theils keine organischen Ueberreste, theils in reichlicher Zahl aus dem Thier- und Pflanzenreich; er ist der Zerstörung sehr unterworfen, zerklüftet sich, bildet Schlotten, bedingt Erdfälle. — Thongyps, ein aus Gypsspath, körnigem und faserigem Gyps mit Thon gemengtes und innig verwachsenes Gestein, grau von Farbe, zerfällt sehr leicht an der Luft zu unreiner Gypserde, welche man oft gleich unter der Dammerde antrifft; er gehört dem Muschelkalk oder der Formation des bunten Sandsteins an.

Der Gyps ist sehr weit verbreitet, und vielfach benutzt. Man bedient sich desselben zu verschiednen Zwecken: Gypsspath, in dünne Blättchen gespalten, als ein Stellvertreter von Glas, zum Putzen von Edelsteinen, Perlen, zum Gypsbrennen; der faserige Gyps zum Brennen, auch gepulvert als Streusand; körniger Gyps — Alabaster. — zu Vasen, Uhrgehäusen, Verzierungen auf Holz, Tischplatten, Bildhauerarbeiten, nur müssen solche der Witterung nicht ausgesetzt werden, indem er sich auflöst; er ist leicht zu behauen, weich, nimmt aber schwieriger Politur an. Am meisten bedient man sich des Gypssteins zum Brennen, um gebrannten Gyps, (Sparkalk), *Gypse cuit*, *Plâtre (de Paris)*, *Plaster of Paris*, *boiled plaster*, zu verfertigen, wovon gleich mehr; auch wird roher, so wie noch mehr gebrannter, Gyps als Dünger auf Wiesen, Kleefeldern angewendet. — Gyps wird auch in der technischen Chemie, unter andern zur Darstellung von schwefels. Ammoniak aus dem kohlens. Ammoniak, bei der Fabrikation des Salmiaks, angewendet.

Die Gypssteine werden entweder mit Holz geschichtet in Meilern gebrannt, oder in Haufen, indem man die größten Stücke zu einer Feuerkasse zusammenstellt, die kleinern daneben und darauf schüttet, und mit Holz anfeuert; oder in niedrigen Schachtöfen, mit trichterförmig gestaltetem, nach unten verjüngtem Schacht, mit Steinkohlen

schichtenweis aufgegeben. Bei uns bedient man sich eigner Oefen, nach Art der Backöfen eingerichtet; man heitzt sie mit Holz mäßig an, wie jene, zieht die Brände heraus und bringt den Gypsstein hinein, breitet ihn auf der Sohle des Ofens aus, vernauert das Mundloch. Die Operation des Brennens erfordert viele Aufmerksamkeit, weil durch eine zu starke Hitze der Gyps tod gebrannt wird, d. h. nicht allein sein Krystallwasser verliert, welches der Zweck des Brennens ist, sondern anfängt zusammenzusintern, wodurch er dann mit Wasser angemengt sich nicht mehr löschet, erhärtet. Die nöthige Temperatur ist ungefähr höchstens 120° ; das Brennen muß gleichmäßig geschehen. Umgekehrt kann er aber auch zu wenig gebrannt sein, dann enthält er noch Wasser, und saugt daher mit Wasser befeuchtet nur wenig ein, erhärtet nicht gleichförmig. Nach dem Brennen wird der Gyps gemahlen, zu welchem Ende man an einer vertikalen Welle zwei vertikale Mühlsteine so befestigt, daß dieselben beim Umdrehen der erstern in einer Kreisbahn umherlaufen, und auf der Steinsohle den ausgebreiteten gebrannten Gyps zerkleinern; auch hat man Mühlen nach Art der Getreidemühlen, Quetschwalzen etc. Darauf wird der Gyps gesiebt und in Fässer geschlagen, welche wohl vor der Nässe geschützt werden müssen, auch darf er nicht der Luft ausgesetzt werden, weil er Wasserdampf aus derselben anzieht.

Der Gypsspath ist farblos, durchsichtig, der künstlich dargestellte Gyps ist weiß und undurchsichtig, kann aber auch krystallisirt werden; er besitzt einen sehr wenig ausgezeichneten, faden Geschmack, indem er wenig löslich ist, er erfordert 460 Theile Wasser, gleich ob es kalt oder siedend heiß ist, in Alkohol ist er unlöslich; er besteht aus: 32,9 K., 46,3 Schwefels. und 20,8 W. Letzteres wird ihm durchs Brennen entzogen, wodurch seine Verwandtschaft zum Wasser so gesteigert wird, daß derselbe, mit Wasser zu einem Brei angerührt, sich erhitzt, Wasser bindet, und unter Vergrößerung seines Volums erhärtet; dies kommt davon her, daß eine unzählige Menge kleinster Krystallkörner sich bildet. Je frischer guter Gyps ist, desto kräftiger und schneller bindet er, ist er aber schon etwas alt, so bindet er langsamer, hat dann etwas Wasser angezogen. In höhern Hitzgraden verliert der Gyps diese ausgezeichnete Verwandtschaft zum Wasser, (*perdre son amour* sagt der Franzos), und schmilzt endlich selbst zu einer undurchsichtigen, weißen, emailartigen Substanz. Er löst sich in conc. Schwefelsäure nicht auf, wird durch glühende Kohlen in Schwefelcalcium verwandelt, (siehe oben Seite 417, weshalb auch das Brennen zwischen Kohlen oder Holz keinen guten reinen Gyps liefern kann), welches beim Befeuchten mit Wasser einen Geruch nach faulen Eiern entbindet und gelblich wird,

durch allmähliges Ausscheiden von Schwefel. (Dies zeigt sich mitunter an gegypsten Wänden).

Der gebrannte Gyps findet Anwendung hauptsächlich zu baulichen Zwecken, aber auch zur Darstellung von Gegenständen der bildenden Künste. Gypsmörtel, aus 2 Raumtheilen gebrannten Gyps und 1 Rmt Wasser; es ist nöthig, gleich beim Zusammenrühren das rechte Maß des Wassers gegen den Gyps zu treffen, so daß man weder Gyps noch Wasser hinzuzuthun nöthig hat. Dieser Mörtel muß sogleich verbraucht werden, man darf nicht mehr fertigen, als man schnell verarbeiten kann. Wo der Gyps wohlfeil ist, bedient man sich des Gypsmörtels um innere Wände der Gebäude damit aufzuführen, besonders wird er für Gewölben, die der Nässe nicht ausgesetzt sind (Kirchengewölben), Mörtel angewendet. Man braucht ihn zum Abputz berohrter Decken, Wände, zu Gesimsen, zum Ausputz der Fugen. An feuchten Orten verliert Gypsmörtel die bindende Kraft, daher taugt er nicht zum Ausstopfen der Fugen zwischen Dachziegeln, Hohlziegeln etc., zum Vergießen von Fugen zwischen Werksteinen an Treppen, Balkons, da er binnen wenigen Jahren aufweicht. Man bedient sich auch einer Vermischung von gelöschten Kalk, Gyps und feinem Sand, mit Wasser zum Mörtel angemacht, um Verzierungen damit auszuführen; die Masse erhärtet langsamer, als reiner Gypsmörtel, deshalb läßt sie sich bequemer, als letzterer Gypsteig, ausarbeiten, formen. Die daraus zu bildenden Verzierungen werden auf den Kalkanwurf der Zimmer aufgetragen, überweicht oder bemalt. — Gypsmarmor, Stuck, *stuc*, *stucco*, eine aus gebranntem Gyps und Leimwasser gebildete Masse, theils ungefärbt, theil mit verschiedenen Pigmenten gemengt. Die Masse wird nach dem Erhärten mit Sand- und Bimsstein, mit Tripel und Schleifstein geschliffen. Soll Stuckaturarbeit dem vielfarbigen Marmor gleichen, so werden verschiedene gefärbte Massen einzeln gefertigt, und dann untereinander gemengt. Gypsestrich, aus Gypsmörtel gegossene Fußböden, bei uns nicht gebräuchlich, wohl aber in Frankreich, Italien.

Um mittelst Gyps Büsten, Statuen, Vasen etc. zu gießen, bedient man sich des feinsten, aus Gypsspath, oder dem besten Gypsstein. bestehendem Gyps, vorsichtig gebrannten Gypses. Im Kleinen macht man es also: man thut den gepulverten rohen Gyps in einen Kessel, und setzt diesen über Feuer, so fängt der Gyps an sich zu bewegen, als wäre Wasser, welches siedet; er verliert das Wasser, und kommt durch diesen entweichende Dämpfe in jene wallende Bewegung. So wie die Bewegung aufhört, hat der Gyps seine Gaare.

[Schwefelsaurer Kalk mit Fluorcalcium zusammengeschmolzen giebt eine weiße, emailartige Masse, die man auch zum Emailiren gußeisener Körper
K

Kochgeschirre anwendet. Man gebraucht den Gyps endlich auch noch als Zusatz zur Porzellanerde bei Anfertigung von Porzellanmasse, um durch das Schmelzen in der Gluth des Brennofens das Weichwerden, die angehende Schmelzung der Masse zu veranlassen, da sonst die Porzellanerde feuerfest ist. Auch zur Glasurmasse wird Gyps zugesetzt; (siehe beim „Porzellan.“) — Schwefels. Kalk + schwefels. Natron, Glauberit, Brongniartit, in Steinsalzmassen in Spanien.

Phosphorsaurer Kalk, *Phosphate de Chaux, P. of Lime*, kommt als neutrales Salz in einigen Mineralwassern aufgelöst in kohlensaurem Wasser vor; man stellt denselben durch Präcipitation von Chlorcalcium durch phosphors. Natron dar. Ein krystallinisch-körniges, in Wasser unlösliches Pulver, geschmacklos, besteht aus: 34,66 K., 43,44 Phosphors. und 21,90 W.]

Basisch phosphorsaurer Kalk, a) in den Knochen, Knochenerde, Knochenasche, *Cendres d'os, Calcined bones*, (gebranntes Hirschhorn, *corne de cerf calciné, burnt harts-horn*). Dieser phosphors. Kalk bildet einen Hauptbestandtheil der Knochen des Thierreichs, kommt aber auch in andern flüssigen und festen Theilen des thierischen Organismus vor, im Harn, dem Eiweiß, der Milch etc. Endlich auch, ob schon sehr selten, als Phosphorit im Mineralreich.

Aus den Knochen gewinnt man den phosphors. Kalk durchs Calciniren, indem dadurch alle brennbaren Theile zerstört werden. Die Knochen behalten dabei ihre Gestalt, werden aber beträchtlich leichter, (um etwa 37%), mürb; die Knochenasche ist aber nicht reiner phosphors. Kalk, sondern untermengt mit kohlens. Kalk, Fluorcalcium, phosphors. Magnesia, kohlens. Natron; Knochenasche von Menschenknochen enthält 81,9% phosphors. Kalk. — Will man die Knochenasche reinigen, so löst man sie in Salzsäure auf, und schlägt durch Ammoniak nieder, wodurch das Kalksalz rein niederschlägt.

Eine grauweiße, pulvrige Masse, das frisch gefällte ist gallertartig, und trocknet zu harten Klumpen ein, geruch- und geschmacklos, in Wasser unlöslich, löst sich dagegen sehr leicht in Salz- und Salpetersäure, Phosphorsäure auf, indem sich ein saures Salz bildet, welches leicht löslich ist; phosphorescirt in der Wärme, schmilzt in der Hitze zu einer porzellanartigen Masse. Er besteht aus: 51,68 K. und 48,32 Phosphors.

Man bedient sich der Knochenasche (weißgebranntes Elfenbein oft genannt), zum Putzen von Messing, zu Zahnpulver, zur Bereitung der Kapellen, auf denen man Silber unter der Muffel des Probirofens abtreibt. Aus Knochenasche und verdünnter Schwefelsäure verfertigt man sauren phosphors. Kalk, (unreine Phosphorsäure, siehe vorn Seite 190).

434 *Apatit, saur. phosphors., boraxs., chlorigs. Kalk.*

aus diesem den Phosphor. Man setzt Knochenasche dem Glas zu, um Milchglas, und der Porzellanmasse, um durchscheinende Waare zu verfertigen, englisches Fritteporzellan.

[b) Apatit, Spargelstein, krystallisirt in sechsseitigen Säulen, von grüner und blauer Farbe, durchscheinend, specif. Gewicht 3,0 bis 3,3 besteht aus 34,48 K. und 45,52 Phosphors. — Er enthält nicht selten Chlorcalcium, phosphorescirt auf glühenden Kohlen.]

Saurer phosphorsaurer Kalk, *Biphosphate de Chaux, B. of Lime*, durchs Auflösen des neutralen oder basischen in irgend einer starken Mineralsäure; krystallisirt in blättrigen Krystallen, wird leicht feucht, zerfließt, schmeckt sehr sauer, löst sich leicht in Wasser zu einer syrupartigen Flüssigkeit, (Alkohol zieht die freie Phosphorsäure aus, ein neutrales Salz hinterlassend), schmilzt in der Rothglühhitze und erstarrt zu einem halbdurchsichtigen, farblosen Glas, besteht aus 34,73 K. und 65,27 Phosphors. Dient zur Darstellung des Phosphors, zur Gewinnung reiner Phosphorsäure.

[Boraxsaurer Kalk, *Borate de Chaux, B. of Lime*, unlöslich in Wasser, schmilzt in der Hitze zu einer glasartigen Masse, besteht aus: 29 K. und 71 Bors. Mit kiesel. Kalk und Wasser verbunden im Datolith und Botryolith.]

Chlorigsaurer Kalk, *Chlorite de Chaux, C. of Lime, Chlor-kalk, Chlorure de C., Chloride of L., oxydirt salzs. Kalk, Muriate de Chaux oxygéné, Oxymuriate of L., Bleichpulver, Bleaching powder of Mr. Tennant*, welcher denselben 1798 bei Glasgow verfertigte, und beim Bleichen der Baumwollenzeuge anwenden lehrte; seine Fabrik ist eine der grössten, in welchen dieses Präparat verfertigt wird, er verbraucht täglich dazu 400 Centner Kalk, und 1200 Ctr. Steinkohlen zur Feuerung der Chlorentbindungsöfen.

Man unterscheidet rücksichtlich der verschiedenen Anfertigung und Beschaffenheit trocknen Chlorkalk (Bleichpulver) von dem flüssig dargestellten Präparat; erstern bereitet man zum Verkauf, letztern dagegen nur zum Selbstgebrauch. Zur Darstellung des trocknen Chlorkalks bedarf man einer Kammer, in welcher Kalkhydrat ausgebreitet mit dem Chlor in Berührung gebracht wird; sie wird aus guten Werksteinen gebaut, z. B. 30 Fufs lang, 20 F. breit, 6 oder 12 F. hoch, die Fugen mit Harzkitt, (aus Pech, Harz und Gyps zu gleichen Theilen) verstrichen. An dem einen Ende ist eine hölzerne Thür, welche luftdicht verklebt werden kann, so wie in der Decke ein oder zwei große Oeffnungen, welche mittelst eines Wasserverschlusses luftdicht verschlossen werden können; sie dienen die Kammer zu lüften, wenn die Thür geöffnet

ist. Ist die Kammer niedrig gebaut, so breitet man eine Schicht zu Pulver zerfallnen gelöschten Kalk von 3 bis 4 Zoll Höhe auf dem Boden derselben aus, und rührt ihn mittelst hölzerner Rechen, deren mehrere an den langen Seitenwänden angebracht und durch mit Kalk gefüllte Stopfbüchsen geleitet sind, von Zeit zu Zeit durcheinander^{*)}. Sind aber die Kammern höher angelegt, so bringt man im Innern derselben Gerüste an, in welche, in geringen Zwischenräumen übereinander, Bretter eingeschoben werden können, auf welchen der zerfallne gelöschte Kalk ausgebreitet liegt. Hier können natürlich keine Rechen angebracht werden, wofür man aber auch die Schichten minder hoch macht.

In die so vorgerichteten Kammern, *combination rooms*, leitet man das Chlorgas, welches sorgfältig entbunden (und gewaschen worden), anfangs in größerer Menge, später, wenn die Absorption durch den Kalk sich vermindert, in geringerer Menge; das Gas tritt in der Decke der Kammern ein, damit es sich niedersenke. Nach *Tennant's* Verfahren sind 2 Tage (48 Stunden) Einwirkung hinlänglich, um den Chlorkalk zu fertigen, nach einem andern Verfahren, um möglichst wenig Chlor zu verlieren, bringt man gleichzeitig auf den Brettern, theils halbfertigen Chlorkalk, theils Kalkhydrat in die Kammer, und läßt 2 Tage lang Chlorgas einströmen, worauf man lüftet, das fertige Präparat gegen Kalkhydrat vertauscht, wieder 2 Tage operirt und so fortfährt. — Jede Erwärmung des Präparats ist möglichst zu vermeiden. — Man rechnet, daß ein Centner Salz $1\frac{1}{2}$ Ctnr. Chlorkalk zum wenigsten liefern kann.

Erklärung. Der Kalk verschluckt im trocknen, wasserleeren Zustand kein Chlor, weshalb aller Kalk nothwendig als Hydrat angewendet werden muß; durch das Chlor wird, wie bereits vorn Seite 321 beim chlorigsauen Kali gezeigt worden ist, theils chlorigs. Kalk, theils Chlorcalcium gebildet, letzteres tritt mit einem Antheil Kalk in Verbindung, und bildet basisches Chlorcalcium, (bas. salzs. Kalk); chlors. Kalk bildet sich nicht. Das Präparat muß in luftdichten Gefäßen, an kühlen und dunkeln Orten aufbewahrt werden.

Der trockne Chlorkalk ist ein weißes Pulver, von einem eignen schwachen Geruch nach chloriger Säure, (riecht nicht nach Chlor, sondern bestimmt davon verschieden), zieht an der Luft allmählig kohlens Gas an, wodurch der freie Kalk in kohlens. Kalk sich umbildet, Chlorcalcium frei wird, weshalb auch Wasser angezogen, das Präparat feucht wird, zerfließt. Durch die Einwirkung der Kohlensäure wird aber auch Chlor entbunden, indem sich dieselbe mit der Kalkerde im chlorigs. Kalk verbindet, und die chlorige Säure ihren Sauerstoff an das Calcium

^{*)} Siehe eine Abbildung in den V. d. G. 1828. S. 215.

des Chlorcalc. abtritt, wodurch sowohl aus der chlorigen Säure, als aus dem Chlorcalc. Chlor sich entwickeln muß, indem die Kohlensäure an den Kalk tritt, doppelt kohlensäure K. bildend. Uebergießt man das Präparat mit Wasser, so löst sich der chlorigs. K., das Chlorcalc., auch ein wenig Kalk auf, und Kalkhydrat bleibt in ziemlicher Menge ungelöst zurück; der Niederschlag ist desto beträchtlicher, je unvollkommener die Bereitung war, je mehr unveränderter Kalk der Wirkung des Chlors sich entzog. Zur möglichst gesättigten Auflösung sind 10 Theile Wasser von der mittlern Temperatur (20°) erforderlich. Wird auf das Präparat eine Säure in genügsamer Menge geschüttet, um eine vollkommene Zersetzung zu bedingen, so entbindet sich Chlor, indem derselbe Prozess eintritt, nur weit rascher, als durch die Kohlensäure der Atmosphäre; wird dagegen nur in kleinen Portionen Säure zu einer Auflösung des Chlorkalks hinzugefügt, wodurch nur ein Theil Kalk vom chloriga. Kalk gebunden wird, so erzeugt sich saurer chlorigs. Kalk, von beträchtlich stärkerer bleichender Kraft. — Der chlorigs. Kalk besteht aus: 33,4 Kalk und 66,6 chloriger Säure.

Setzt man die Auflösung des trocknen Chlorkalks dem Tageslicht aus, so entbindet sich allmählig Sauerstoffgas, eben so auch durchs Erhitzen, Sieden, auch in Berührung mit organischen Körpern, wenn es bleichend wirkt. Hierbei verwandelt sich der chlorigs. Kalk in Chlorcalcium. Beim Sieden entsteht auch noch ein wenig chlors. K.

[Wird gut bereitetes Bleichpulver in einer Retorte trocken mäßig erwärmt, so entweicht Chlorgas, zuletzt auch etwas Sauerstoffgas, Chloroxydulgas, und es bleibt dann chlors. K., Chlorcalc. und Kalkhydrat zurück. Der chlorigs. K. geht nämlich unter Entbindung von Chlorgas in chlors. Kalk über, welcher bei zunehmender Wärme auch Sauerstoffgas (Chloroxydulgas) entbindet. Der erhitzte Rückstand bleicht nicht mehr. Wenn man dagegen die klare Auflösung mit Ausschluss des Tageslichts im luftverdünnten Raum abdunstet, so krystallisirt ein Salz, welches die Eigenschaft zu bleichen besitzt.]

Der trockne Chlorkalk läßt sich in gut verschlossnen Gefäßen längere Zeit ohne Entmischung aufbewahren, transportiren, eignet sich daher zum Debit. Nach Versuchen, die in Mühlhausen angestellt wurden, ist die concentrirteste Auflösung des besten trocknen Chlorkalks von einer Dichtigkeit = $16,5^{\circ}$ B. (1,128), und entfärbt 300 Volum einer Indigauflösung von $\frac{1}{1000}$ Indigo.

Zur Gewinnung des flüssigen Präparats bedient man sich eines auf Tafel II. Fig. 19 abgebildeten Apparats. Man leitet in dünne Kalkmilch einen langsamen Strom von Chlorgas, damit kein salzsaures Gas unzer setzt mit übergehe, und rührt die Flüssigkeit beständig um. Hiedurch

bildet sich mehr chloriga. K., als auf trockenem Weg, indem kein basisches Chlorcalc. sich erzeugt, sondern blos neutrales; eine Spur chlors. Kalk entsteht gleichfalls, und zwar desto mehr, je dicker die Kalkmilch ist, je rascher das Chlor eintritt, und je höher dadurch die Temperatur während der chemischen Aufeinanderwirkung des Chlors und Kalks erhöht wird. Das Umrühren hat endlich auch noch den Zweck, daß die noch nicht mit Chlor vereinten Kalktheile in stete Berührung mit demselben kommen; wodurch gleichfalls der Erzeugung von chlors. Kalk möglichst vorgebeugt wird. Die Abbildung zeigt wie man die Rührvorrichtung luftdicht anbringt, nemlich durch eine oben verschlossene, unten offene, in die Flüssigkeit eingetauchte Röhre *q, q*, welche durch den fest aufgekitteten Deckel des Fasses durchgeht. Die Chlorentwickelungsröhre taucht nur wenige Zoll tief ein, um jede unnöthige Spannung des Gases, und dadurch leicht eintretende Undichtheit des Entbindungsapparats, zu vermeiden, (vergleiche vorn Seite 197 wo die ausführliche Beschreibung des Apparats steht). Statt eines Fasses bedient man sich auch sowohl senkrechter, als liegender Behälter aus Sandstein, deren Fugen mit Harzkitt ausgestrichen sind; in letztern bewegt sich eine horizontale Rührwelle, und das Ganze ist mit einem hölzernen halbrunden Deckel, der in einen Falz des steinernen Trogs paßt, verschlossen.*)

Während der Prozeß fortschreitet, wird sowohl die Temperatur der Flüssigkeit, als auch die Dichtigkeit derselben allmählig erhöht. Nach Versuchen ist es rathlich, die Temperatur nicht über 30° bis 35° steigen zu lassen; die höchste Dichtigkeit ist gleich $9\frac{1}{2}^{\circ}$ B. oder 1,07 (nach andern 1,097 bei 20°). Eine völlig gesättigte Flüssigkeit von $9\frac{1}{2}^{\circ}$ B. entfärbt ein 175mal und von 9° B. ein 163mal größeres Volum einer Indigoauflösung von $\frac{1}{1000}$ Indig. So wie das Präparat fertig ist, muß es auch zum Gebrauch verwendet werden, denn es zersetzt sich unaufhaltsam durch die Kohlensäure der Luft, es bildet sich eine Haut von kohlena. Kalk, und Chlorgas entbindet sich; aber auch in einem von der Luft abgeschlossenen Apparat zersetzt sich das flüssige Präparat, Sauerstoffgas entbindend. Aus einem Centner Steinsalz gewinnt man $20\frac{1}{2}$ Kubikfuß flüssigen Chlorkalk von 3° B. (1,021), mit welchen 1200 Stück Kattune, zu $4\frac{1}{2}$ Pf. schwer, gebleicht werden können. Nach Versuchen, die in Mühlhausen angestellt wurden, war eine Auflösung von guten trocknen Chlorkalk ebenso gut zur Entfärbungsküpe brauchbar, als anderer auf nassem Weg dargestellter Chlorkalk.

[Prüfung der Stärke des Chlorkalks. Schon oben Seite 201 ist gelehrt worden, wie man nach *Descroizilles* Angabe mittelst einer Indigoauf-

*) v. d. G. 1828. S. 215.

lösung die relative Stärke des Chlorwassers prüfen kann; ebenso geschieht auch die Untersuchung des Chloralks. Man zerreibt ein bestimmtes Quantum trocknen Chloralk, übergießt ihn mit wenig kaltem Wasser, reibt ihn mit demselben wohl zusammen, gießt die trübe Flüssigkeit in ein Glas, läßt abklären, wiederholt denselben Prozeß mehrmals, bis man 10mal so viel Wasser angewendet hat, als der Chloralk wog. Darauf gießt man von der klaren Flüssigkeit in den Prüfungscylinder (Fig. 21 Tafel I. bis zum 0 Strich, und von der Indigosolution so lange dazu, bis die grüne Farbe eben verschwindet. (Die Darstellung der Indigauflösung, die Vorsichtsmaßregeln siehe oben Seite 202). Dieses Verfahren liefert aber freilich nur vergleichende Resultate über die relativen Chlormengen in gleichen Quantitäten Chloralk, nicht die absoluten Mengenverhältnisse des enthaltenen Chlors. Um auch diese auf eine einfache Weise ermitteln zu können, bedient sich *Gay-Lussac* folgendes Verfahrens. Er löst besten Guatimalaindig in conc. Schwefelsäure auf und setzt so viel Wasser hinzu, daß ein Volum trocknes Chlorgas, bei 0,76 Meter Luftdruck und 0° Wärme, ein 10fach größeres Volum jener Flüssigkeit entfärbt. Jedes einfache Volum nennt er einen Grad $= \frac{1}{10}$ Volum Chlor, und theilt ihn in 10 Theile; setzt man nun zu einem Maas Chloralkauflösung so lange Indigosolution hinzu, bis die Entfärbung vollendet ist, so zeigt die Zahl der dazu nöthigen Grade den Chlorgehalt in $\frac{1}{10}$ Maas an. Das Verfahren ist also: Man wiegt 5 Gramme Chloralk ab, und macht nach der zu eben gegebenen Vorschrift eine Auflösung, setzt noch so viel Wasser hinzu, daß alles genau $\frac{1}{2}$ Liter beträgt, und rührt um. Man füllt mit der Probenflüssigkeit (Indigosolution) das Maasgläschen, burette, Fig. 24 Taf. I. bis zum Nullstrich, welches in Grade und jeder Grad in Fünftel getheilt ist. Aus demselben gießt man etwa 5° in ein Becherglas und hebt mittelst einer Saugeröhre, Fig. 22, die man in die Chloralkauflösung taucht, ein bestimmtes Volum, $2\frac{1}{2}$ Kubikcentimeter heraus, läßt die Flüssigkeit schnell in jenes Becherglas laufen, indem man in die Röhre bläst, und rührt um. Ist dieselbe sogleich entfärbt, so setzt man aus dem Maasgläschen noch einige Tropfen hinzu, bis die Farbe blaß-grünlich wird; die sodann verbrauchte Menge Probenflüssigkeit giebt in Graden und Zehntelgraden das Maas des Chlors im Chloralk an. Betrug das zuletzt hinzugefügte Quantum Probenflüssigkeit mehr als 0,3 Grad, so muß der Versuch mit der Probenflüssigkeit wiederholt werden, und zwar so, daß man gleich so viel von derselben anwendet, als beim ersten Versuch überhaupt zugesetzt wurde, bis daß die Mischung sogleich eine blaß grünliche Farbe zeigt, ohne neuen Zusatz von Probenflüssigkeit. Man kann sich auch des andern Maasgläschens ohne Schnabel, Fig. 20 Tafel I., bedienen, um ein darin abgemessenes Quantum Probenflüssigkeit in die abgemessene Menge Chloralkauflösung schnell zu schütten; zu dem Ende ist dieses Maasgläschen in entgegengesetzter Art graduirt, als ersteres.

Hätte z. B. die Auflösung von 5 Gramme Chlorkalk in $\frac{1}{2}$ Liter Wasser (= 10 Gr. in 1 Liter) 7,5 Grad Probeflüssigkeit entfärbt, so betrüge der absolute Chlorgehalt 0,75 Liter, also der Gehalt eines Kilogramme reinen Chlorkalks 75 Liter; der beste Chlorkalk würde 100 Liter im Kilogramme enthalten. — Ist eine Chlorkalkauflösung stärker als 10°, so ist es besser, sie mit einer gleichen Menge Wasser zu verdünnen, und das Ergebniss der Prüfung in Graden zu verdoppeln. — *Gay-Lussac*, Anweisung zur Prüfung des Chlorkalks, in den V. d. G. 1825. S. 30 u. f. — *Morin* hat vorgeschlagen, statt einer Indigauflösung, welche sich sehr leicht entmischt, und deren Beschaffenheit so sehr variabel, eine Auflösung von niedern Chlormangan anzuwenden, jedoch ohne genauere Details. D. p. J. Bd. 29 S. 41. Ueber Chlorkalk siehe auch noch *Dingler* im p. J. Bd. 26 S. 223.]

Gebrauch des Chlorkalks. Man bedient sich desselben, wie schon der Name andeutet, zum Bleichen, und zwar zum Bleichen der baumwollenen Zeuge, zur Weissbleiche, zum Bleichen krappirter Waare, um den Grund ganz weiss zu erhalten, zur Entfärbungsküpe bei der Bandenfabrikation, zum Bleichen der Leinwand, der Lumpen, des Papierstoffs (Halbzeugs), zur Desinficirung stinkender organischer Stoffe, die in fauliger Gährung begriffen sind, zur Zerstörung miasmatischer Materien, (vergleiche vorn Seite 203.) Zu dem Ende lässt man in Auflösungen von Chlorkalk die zu reinigenden Stoffe eintauchen, oder benetzt mit einer solchen Auflösung jene Materien; auch kann man aus Chlorkalk sehr bequem mit verdünnter Schwefelsäure Chlorgas entbinden. Man hat auch zur Beseitigung der schlagenden Wetter in Kohlengruben Chlorkalk empfohlen, und in England versucht. Es dürfte aber nicht viel dadurch ausgerichtet werden. Bei stockenden Wettern, wo die Lichte schlecht brennen, leistet Chlorkalk nur in grössrer Menge auf kurze Zeit eine namhafte Wirkung.

[**Chlorsaurer Kalk**, *Chlorate de Chaux*, *C. of Lime*, überoxydirt salzsaurer Kalk, *Muriate de Chaux suroxygéné*, erhält man aus chlors. Kali und Fluorsilicium-Calcium, indem Fluorsilicium-Kalium niederfällt. Es krystallisirt schwierig, ist in Wasser sehr löslich, auch in Alkohol, hat einen scharfen, bitteren Geschmack, besteht aus: 27,4 K. und 72,6 Chlors. — **Jodsaurer Kalk**, *Jodate de Chaux*, *J. of Lime*, ist schwer löslich, krystallisirt, enthält 14,88 K. und 85,12 Jods.]

Salpetersaurer Kalk, *Nitrate de Chaux*, *N. of Lime*, Kalksalpeter, kommt mitunter im Brunnenwasser vor, in dem Erd- und Wandsalpeter, besonders auch im Kalksteinhöhlensalpeter, in der Rohlauge der Salpetersiedereien (vergleiche vorn Seite 329). Man stellt ihn aus kohlens. Kalk und Salpetersäure dar. Er krystallisirt in farblosen sechsseitigen Prismen, wird an der Luft sehr schnell feucht, zerfliesst, löst

sich schon in $\frac{1}{2}$ seines Gewichts kaltem, und in heissem Wasser noch weit leichter auf, in heissem Alkohol zu gleichen Theilen, schmeckt bitter, scharf, kühlend, besteht aus 34,46 Kalk und 65,54 Salpeters. Erhitzt man denselben, so entwickelt er Sauerstoffgas, der Rückstand leuchtet dann im Finstern (Balduns Phosphor); er verpufft auf glühenden Kohlen schwach, weil er stets feucht ist. — Dient zur Darstellung des Kalisalpeters.

Kieselsaurer Kalk, *Silicate de Chaux, S. of Lime*, kommt in der Natur in verschiedenen Verbindungen vor, sowohl als neutrales, als auch als $\frac{1}{2}$ basisches Salz, letzteres nennt man Tafelspath; ersteres macht einen Bestandtheil im Apophyllit, Stilbit, Mesolith etc., letzter kommt auch noch im Harmotom, Mesole vor. Auch halb und drittel kiesel. Kalk kommen vor, erster im Prehnit, letzter im Thomsenit. — Tafelspath kann man zur Glasfabrikation anwenden. Kieselsaurer Kalk ist in jedem Kreide- oder Kalkglas enthalten, wie bereits Seite 368 gezeigt worden ist; je nach der Menge des dem Glassatz zugemischten Kalks ist das entstandne Kalksalz verschieden gemischt. — Kiesel. Kalk bildet sich im Wassermörtel beim Erhärten desselben, wie oben Seite 414 angeführt worden ist.

S i e b e n t e s K a p i t e l.

V o m M a g n e s i u m.

[Das Magnesium wurde 1808 von Davy mittelst der Volta'schen Elektrizität und durch Kalium, neuerdings von Bussy aus Chlormagnesium durch Kalium dargestellt. Es ist silberweiss, sehr glänzend, dehnbar, schmilzt in einer nicht sehr hohen Temperatur, ist an trockner Luft unveränderlich, läuft an feuchter an, verbrennt beim Erhitzen an der Luft mit Funkensprühen; luftfreies Wasser wirkt nicht auf dasselbe, kochendes wird ein wenig zersetzt, verdünnte Säuren stark; Magnesium amalgamirt sich erst in der Wärme mit Quecksilber.

Magnesium giebt mit Sauerstoff nur eine Verbindung, Magnesiumoxyd, Magnesia, *Magnésie*, Bittererde, Talkerde (weil die Salze derselben bitter schmecken, und im Talk sich Magnesia als charakteristischer Bestandtheil findet. Magnesia kommt in der Natur als Hydrat vor, mit Kohlen-, Schwefel-, Phosphor-, Borax-, Salpetersäure, mit Kiesel- und Thonerde verbunden; ferner als Chlor- und Brommagnesium.

Magnesia stellt man aus kohlens. Magnesia durchs Glühen dar; zu dem Ende thut man dieselbe in einen Schmelztiegel und glüht so lange, bis eine herausgenommene Probe mit Säuren übergossen nicht mehr

braust; gebrannte Magnesia, *calcined M.* Es ist ein weißes, geruch- und geschmackloses, im Ofenfeuer für sich allein nicht schmelzbares Pulver, specif. Gewicht 2,3, schmilzt aber durchs Knallgasgebläse, durch mächtige Volta'sche Batterien, ist in Wasser sehr schwierig löslich, bedarf 5150 Theile kaltes und 36000 Th. kochendes zur Auflösung, welche schwach alkalisch reagirt. Befeuchtet man gebrannte Magnesia mit Wasser, so findet kaum eine Erwärmung statt, es bildet sich allmählig ein Hydrat, welches 30,3% Wasser enthält, und in der Natur in kleinen Krystallschuppen vorkommt. Magnesia zieht aus der Luft allmählig Kohlensäure an, nicht so das natürliche Hydrat, und bedingt mit andern Erden gemischt meist Strengflüssigkeit derselben; mit Kalk gemischt schmilzt sie in hohen Hitzgraden zu einem harten gelben Glas. Magnesia besteht aus: 61,21 Magnesium und 38,79 Sauerst. Wie schon erwähnt besitzen die Magnesiasalze einen bitteren Geschmack, geben leicht mit Ammoniak-, Kali-, Natronsalzen Doppelsalze, von denen einige auch in der Natur vorkommen. Magnesia mit salpeters. Kobaltoxyd vermischt und geglüht wird nach dem Erkalten fleischroth, sie löst sich in Aetzkali, Natron, Ammoniak nicht auf. Sie findet nur in der Medicin und Chemie (zur Ausscheidung von Pflanzenalkaloiden) Anwendung.

Schwefelmagnesium, *Sulfure de Magnésium, Sulphuret of M.*, läßt sich nicht, wie beim Kalk, Baryt, Strontian etc. es der Fall ist, durchs Glühen von Schwefel mit Magnesia gewinnen, nur durchs Vermischen einer Auflösung von schwefels. Magnesia mit Schwefelcalcium, während schwefels. Kalk niederschlägt. Die Eigenschaften des Schwefelmagnesiums sind noch wenig bekannt.]

Chlormagnesium, *Chlorure de Magnésium, Chloride of M.*, salzsaure Magnesia, *Hydrochlorate, Muriate de Magnésie, H. or M. of M.*, kommt im Meerwasser, Soolwasser, Quellwasser aufgelöst vor. Man erhält es auf nassem Weg entweder durchs Auflösen von kohlens. Magnesia in Salzsäure, oder durch doppelte Wahlverwandschaft aus schwefels. Magnesia und Chlornatrium, welche man in einer ziemlich concentrirten Auflösung von 2 Theilen des erstern und 1 Theil des letztern der Kälte aussetzt. Dann krystallisirt schwefels. Natron und das entstandne Chlormagnesium bleibt aufgelöst; solche Zersetzung findet in der Winterkälte in concentrirten Salzsoolen statt (vergleiche vorn Seite 353). Um Chlormagnesium auf trockenem Weg wasserleer zu erhalten, leitet man über glühende Magnesia salzsaures Gas, wobei sich Wasserdampf bildet, oder Chlorgas, wodurch Sauerstoffgas frei wird.

Das wasserfreie Chlormagnesium ist eine weiße Salzmasse, welche leicht feucht wird, sich in Wasser unter starker Erwärmung auflöst; mit Wasser verbunden krystallisirt das Salz schwierig in farblosen Säul-

442 *Chlor-, Jod-, Brom-, Fluormagnes. kohlens. Magnesia.*

eben, weil es sehr leicht zerfließt, schmeckt ekelhaft bitter, salzig, zersetzt sich beim Abdampfen, Eintrocknen, indem salzsaures Gas entweicht und Magnesiahydrat mit einem geringen Antheil unzerlegten Chlormagnesium übrig bleibt, welches nur in der Weissglühhitze völlig zersetzt wird. Es löst sich sehr leicht in Wasser und Alkohol auf, besteht wasserleer aus 41,71 Magnesium und 58,29 Chlor, das wasserhaltende enthält 48,33⁰ Wasser.

Man benutzt die salzsaure Magnesia in der Kochsalzmutterlauge (vergleiche vorn beim Kochsalz Seite 352) zur Darstellung von Salzsäure, von Salmiak, (von unreiner kohlens. Magnesia), von schwefels. M., von salzs. Kalk, indem man die Mutterlauge mit kohlens. Kalk vermischt. — Wegen des Gehalts an salzs. Magnesia schmeckt das Meerwasser ekelhaft bitter, wird Seesalz leicht feucht; dieselbe ist der Vegetation sehr nachtheilig.

[Jodmagnesium, *Jodure de Magnésium*, *Jodide of M.*, hydriodsaure Magnesia, *Hydriodate de Magnésie*, *H. of M.*, krystallisiert mit Wasser verbunden schwierig, zerfließt sehr leicht, zersetzt sich beim Abdampfen und Trocknen in Hydriodsäure, welche entweicht, und in Magnesia, besteht aus: 9,30 Magnesium und 90,70 Jod. — Brommagnesium, *Brômure de Magnésium*, *Bromide of M.*, hydrobromsaure Magnesia, *Hydrobrômate de Magnésie*, *H. of M.*, kommt im Meer- und Soolwasser vor, und dient zur Gewinnung des Broms; es krystallisiert mit Wasser, zerfließt sehr leicht, und entbindet beim Abdampfen Hydrobromsäure. — Fluormagnesium, *Fluorate de Magnésium*, *Fluoride of M.*, flusssäure Magnesia, *Hydrofluat de Magnésie*, *H. of M.*, ein in Wasser und Flusssäure unlösliches, in der Hitze nicht zersetzbares Pulver.]

Kohlensaure Magnesia. (a) Neutrale, *Carbonate de Magnésie*, *C. of M.*, kommt als Magnesit vor, derb, knollig, von weißer Farbe, ins grünliche und röthliche übergehend; kann auch künstlich dargestellt werden, wenn man basisch kohlens. Magnesia in kohlens. Wasser auflöst, und die Auflösung langsam verdampfen läßt. Sie krystallisiert in kleinen, farblosen Säulchen, verwittert in der Wärme, wird weiß, undurchsichtig, wird durch kaltes Wasser in doppelt kohlens. Magnesia, welche löslich ist, und in basisch kohlens. Magnesia, welche sehr schwer auflöslich ist, zersetzt, besteht aus: 29,67 Magnesia, 31,76 kohlens. und 38,77 Wasser. — kohlens. Magnesia + kohlens. Kalk, Bitterspath, Dolomit, Micmit, Braunospath, vergleiche oben Seite 425.]

b) Kohlensaure Magnesia mit Magnesiahydrat, basisch kohlens. M., *Souscarbonate de Magnésie*, gewöhnlich Magnesia im Handel genannt, (weiße M., *Magnesia alba* im Gegensatz von *M. nigra*,

dem Braunstein, einem Namen der jetzt nicht mehr üblich ist). Zu Anfang des 18ten Jahrhunderts wurde die kohlens. Magnesia aus der Magnesiasalze enthaltenden Salpetermutterlauge durch Präcipitation mit Kalk dargestellt, (*Magnesia Nitri* genannt). Hierdurch fällt sie aber kalkhaltend aus (vergl. oben Seite 329).

Die Bereitung der kohlens. Magnesia geschieht entweder aus der schwefels. M. (Bittersalz), oder aus dem Chlormagnesium der Salzmutterlauge. Um aus der letztern kohlens. Magnesia zu fällen, bedient man sich des rohen kohlens. Ammoniaks, des Hirschhorngeists und Hirschhornsalzes, durch welches kohlens. Magnesia sich bildet, welche sich niederschlägt und salzsaures Ammoniak, welches aufgelöst bleibt. Auch wendet man gepulverten Dolomit, magnesiahaltenden Kalkstein an, durch welchen man die Mutterlauge zersetzt, wobei sich Chlorcalcium bildet, und kohlens. Magnesia sich abscheidet. Um aus der schwefels. Magnesia, wie es bei uns allein nur üblich ist, kohlens. Magnesia zu bereiten, löst man gleiche Theile Bittersalz und gereinigte Pottasche, jedes für sich in kochendem Wasser auf, seihet durch, setzt dann zur heißen Auflösung des erstern die Pottaschenauflösung unter stetem Umrühren hinzu, und läßt das Gemisch $\frac{1}{2}$ Stunde lang sieden. Nachdem sich der Niederschlag abgeschieden hat, gießt man die Salzlauge, welche schwefels. Kali (oder hätte man Natron angewendet, wozu $1\frac{1}{2}$ kohlens. Natron gehört, schwefels. Natron) enthält, ab und spült den Niederschlag mehrmals mit Regenwasser ab, bis jede Spur beigemengter Salze entfernt ist; darauf wird das Präparat nach gehörigem Abtropfen meist in die Form kleiner parallelopipedischer Stücke gebracht und getrocknet. Die so gewonnene Magnesia ist körnig, fein sandig, schwerer als diejenige, welche man ohne Anwendung von Wärme kalt niederschlägt; letztere ist weit lockerer, leichter, fühlt sich wie feines Stärkemehl an, und wird durchs Ausfrieren des feuchten Niederschlags noch lockerer.

Die kohlens. Magnesia ist schön weiß, geruch- und geschmacklos, löst sich in 2500 Theilen kalten und 9000 Theilen siedendem Wasser auf, schwimmt auf Wasser, vermöge ihrer großen Zertheilung, obschon sie dichter ist als ersteres; sie löst sich in kohlensaurem Wasser zu einem sauren Salz auf, ebenso in den Säuren unter Aufbrausen. Nach *Berzelius* besteht sie aus 44,69 Magnesia, 35,86 Kohlens. und 19,45 Wasser. — Es ist merkwürdig, daß, obschon man zwei neutrale Salze mit einander mischt, die sich gegenseitig zersetzen, dennoch die niederfallende kohlens. Magnesia nicht ein neutrales Salz ist; es entweicht nämlich beim Sieden ein Theil Kohlensäure, wodurch Magnesiahydrat entsteht, welches mit der übrigen neutralen kohlens. Magnesia chemisch

verbunden niederfällt; beim kalt Präcipitiren entsteht dagegen mehr neutrale kohlens. Magnesia, und weniger Magnesiahydrat, welches daher auch die langsamere Niederschlagung bewirkt. — Man gebraucht die kohlens. Magnesia in der Chemie zur Darstellung von Magnesiapreparaten, zur Bereitung der gebrannten Magnesia; E. Davy schlug dieselbe vor als ein Mittel Brod lockerer zu machen, er rieth aufs Pfund Mehl 20 bis 40 Gran Magnesia zu setzen. Wahrscheinlich liegt die Wirksamkeit darin, daß die kohlens. Magnesia die sich bildende Essigsäure im Teig bindet, kohlensaures Gas entwickelt, wodurch die Masse desselben lockerer werden möchte.

[Doppelt kohlensaure Magnesia, *Bicarbonate de Magnésie*, B. of M., findet sich in Mineralwassern, und kann dadurch dargestellt werden, daß man in kohlens. Wasser kohlens. Magnesia auflöst. Die Auflösung schmeckt bitter, und setzt Krystalle beim allmählichen Abdunsten ab, welche aber nicht doppelt kohlens. Magnesia sind, sondern neutrale kohlens. M. — Schwefligsaure Magnesia, *Sulfite de Magnésie*, S. of M., ein erdiges, in Wasser schwer auflösliches Pulver, von einem schwachen salzig-schwefligen Geschmack, oxydirt sich an der Luft allmählig zu schwefels. Magnesia, löst sich in einem Ueberschuß von schwefliger Säure auf, und bildet beim Abdampfen Krystalle, welche sauer schmecken, saure schweflign. Magnesia, die sich in 20 Theilen kalten und weniger heißen Wasser auflösen, und an der Luft sich oxydiren.]

Schwefelsaure Magnesia, *Sulfate de Magnésie*, S. of M., Bittersalz, *Sel amer*, bitter salt, englisches, Epsomer Salz, *Epsom salt*, kommt in der Natur theils im Meer- und Soolwasser, selbst im Bruunenwasser aufgelöst vor; solche Quellen liefern ein bitter salzig schmeckendes Wasser, Bitterwasser. Die älteste bekannte ist die zu Epsom in Surrey, in England, in welcher 1695 das Bittersalz entdeckt wurde, aber auch in Böhmen zu Saldschütz, Sedlitz finden sich solche Bitterwasserquellen, so wie zu Püllna, unweit Brück. Endlich wittert auch hie und da schwefels. Magnesia aus der Erdoberfläche, von ältern Mineralogen Haarsalz genannt; sie findet sich auch in der Asche verbrannter Vegetabilien.

Gewinnung des Bittersalzes: 1) aus den Bitterwassern. Diese Wasser sind kohlens. Wasser, enthalten außer der schwefels. Magnesia noch schwefels. Natron (besonders das Püllnaer W.) schwefels. Kali, Chlormagnesium, kohlen- und schwefels. Kalk, kohlens. Magnesia etc.; in einem Pfund Saldschützer Wasser fand man gegen 79 Gran Bittersalz, im Püllnaer 68. Man dampft die Bitterwasser in großen Pfannen ab, und läßt die concentrirte Salzlauge in hölzernen Geräthen krystallisiren.

Das so gewonnene Salz schießt gewöhnlich in kleinen nadelförmigen Säulen an, ist unrein, enthält Chlormagnesium, wodurch es immer feucht bleibt. — 2) Aus dem Meerwasser, aus der Mutterlauge von der Gewinnung des Seesalzes. Diese Mutterlaugen enthalten unter andern schwefels. Magnesia, salzsaure Magnesia, schwefels. Natron, welche letztern sich zersetzen, Kochsalz und schwefels. Magnesia bilden; man gewinnt dieselbe durchs Abdampfen der Mutterlauge während des Winters, wodurch noch ein Antheil Kochsalz zuerst sich abscheidet, und nachmals beim Hinstellen in Kühlgefäßen an die kalte Luft Bittersalz in Krystallen anschießt. Man rechnet zu Lymington auf 100 Centner Kochsalz 4 bis 5 C. rohes Bittersalz, welches durchs Auflösen und Umkrystallisiren gereinigt wird. Früher glaubte man der Mutterlauge schwefels. Salze hinzusetzen zu müssen, um die salza. Magnesia zu zersetzen, und in schwefels. Magnesia umzuwandeln, als schwefels. Eisenoxyd, selbst Schwefelsäure. Die Erfahrung hat aber gelehrt, daß auch ohne diese die Zersetzung erfolgt, und Bittersalz gewonnen werden kann; es ist mit salza. Magnesia verunreinigt, und wird daher leicht feucht. 3) Aus der Mutterlauge der Salinen, welche theils Chlormagnesium, theils schwefels. Magnesia mit schwefels. Kali verbunden, wie in Schönebeck, enthalten. Wenn man 2 Theile dieses Doppelsalzes und 1 Theil Kochsalz in möglichst wenig Wasser auflöst und die Auflösung im Winter einer Kälte von $-12,5^{\circ}$ aussetzt, so bildet sich dadurch Glaubersalz und Chlormagnesium, ersteres scheidet sich in Krystallen ab, und durchs Abdampfen erhält man schwefels. Kali, während das Chlormagnesium zurückbleibt. Um aus dem Chlormagnesium schwefels. Magnesia zu gewinnen, vermischt man die Mutterlauge mit schwefel. Natron, erwärmt bis höchstens 50° , und dampft bei dieser Temperatur ab; hiedurch erzeugt sich Chlornatrium, welches aus der Auflösung sich absetzt, und schwefels. Magnesia, welche nach dem Abscheiden des erstern aufgelöst bleibt. Dampft man dann zum Krystallisationspunkt ab, so gewinnt man Bittersalz. — Auch dadurch, daß man Mutterlauge mit Schwefelsäure vermischt und destillirt, erhält man aus dem Rückstand Glaubersalz, Bittersalz, schwefels. Kali, Gyps. — Das von den chemischen Fabriken aus der Mutterlauge des Kochsalzes gelieferte Bittersalz ist meistens rein, weil es gehörig krystallisirt wird, und erscheint in größern Krystallen.

[4) Man gewinnt ferner Bittersalz aus Talkschiefer in der Nähe von Genua, welcher reich an eingesprengtem Schwefelkies, Kupferkies ist. Dieser Talkschiefer wird geröstet, eine Zeit lang der Luft ausgesetzt, vor dem Regen durch leichte Schoppen geschützt, und von Zeit zu Zeit benetzt. Es oxydirt sich dadurch das Schwefeleisen,

Schwefelkupfer, es bilden sich schwefels. Metallsalze, welche jedoch der vorhandenen Magnesia einen beträchtlichen Theil ihrer Säure abtreten; sobald sich eine Salzkruste an dem verwitternden Schiefer zeigt, wird derselbe mit Wasser ausgelaugt. Um die Metallsalze zu zersetzen, verfährt man also: ist es hauptsächlich nur Eisenvitriol, so setzt man Kalkmilch hinzu, wodurch Gyps und Eisenoxyd sich präcipitiren, war aber auch merklich Kupfervitriol gelöst, so steckt man Eisen in die Lauge, um dadurch das Kupfer metallisch zu fällen, und verfährt dann, um den Eisenvitriol zu entmischen, wie angegeben. Darauf wird die klare Lauge abgezogen und in Pfannen versotten. Die einmal ausgelaugten Schiefer werden von neuem jenem Prozess des Röstens etc. unterworfen. Das hiedurch erhaltne Bittersalz ist nie völlig frei von Eisen- und Kupfervitriol. — 5) Oft enthält der Alaunschiefer einen ziemlich bedeutenden Gehalt an Magnesia, dann benutzt man die Mutterlauge des Alauns zur Gewinnung von Bittersalz, welches in ihr noch aufgelöst ist. (Vergleiche den Artikel „Alaun“ weiter unten.) In Schweden gewinnt man auf diese Weise zu Garphyttan eine beträchtliche Menge Bittersalz von vorzüglicher Reinheit.

Es verdient noch bemerkt zu werden, dass, wenn man auf frisch ausgeglühte Magnesia 4 Theile conc. Vitriolöl schüttet, eine so heftige Einwirkung stattfindet, dass die Masse anfängt zu glühen und mitunter auch Funken wirft.]

Die schwefels. Magnesia krystallisirt mit $51\frac{1}{2}$ Wasser verbunden in farblosen vierseitigen Säulen mit vierflächiger Zuspitzung, besitzt einen bitteren, salzigen Geschmack, verwittert nur wenig (das unreine, Chlor-magnesium enthaltende, wird leicht feucht), löst sich in 4 Theilen Wasser von 0° , in 3 Th. von 15° , in 1,4 Th. von 97° auf, nicht in Alkohol; es schmilzt erwärmt in seinem Krystallwasser, und in grösserer Hitze zu einem undurchsichtigen Email ohne Zersetzung; es besteht aus 16,72 Magnesia, 32,39 Schwefels. und 50,89 Wasser. — Es dient als Arzneimittel, zur Darstellung von kohlens. Magnesia und sonstigen Magnesiapräparaten.

[Schwefelsaure Magnesia + schwefelsaurem Ammoniak, bildet farblose, durchsichtige, geschoben 4seitige Säulen, von stechend-salzig, bitterem Geschmack, schwerer löslich als die Factoren. — Schwefels. Magnesia + schwefels. Kali, krystallisirt in rhombischen Säulen, kommt in einigen Soolwassern, auch im Meerwasser vor, wird auf Bittersalz und Kochsalz benutzt (siehe oben). — Schwefels. Magnesia + schwefels. Natron, ebenso, verwittert nicht an der Luft. — Polyhalit aus schwefels. Magnesia, Kalk und Kali nebst Wasser bestehend, von Gyps und Anhydrit begleitet, im Steinsalzgebirge vorkommend.

Phosphorsaure Magnesia, *Phosphate de Magnésie*, *Ph. of M.*

kommt in den Saamen der Gräser, in den festen sowohl als auch in den flüssigen organisch-thierischen Substanzen vor, in letztern aber in nicht bedeutender Menge; man kann sie aus einer Auflösung von essigs. Magnesia bereiten, welche man durch Phosphorsäure zersetzt. Sie krystallisirt, mit $51\frac{9}{10}$ Wasser verbunden, in zarten Nadeln, oft nur körnig, besitzt einen bitterlichen, kühlenden Geschmack, löst sich in 15 Theilen kalten, und weniger heißen Wasser auf, verwittert langsam an der Luft, schmilzt in der Hitze zu einem durchsichtigen Glas, besteht aus: 36,67 Magnesia und 63,33 Phosphors. — Kommt im Sordawalit vor. — $\frac{2}{3}$ phosphors. Magnesia kommt als Wagnerit sehr selten in der Natur vor, schmilzt im Glühfeuer. — Halb phosphors. Magnesia, *Sousphosphate de Magnésie*, findet sich mit halb phosphors. Ammoniak und Wasser verbunden nicht selten in thierischen Concretionen, in Harnsteinen, setzt sich auch aus faulenden Harn in Krystallen ab; kann auch künstlich dadurch erhalten werden, daß man ein Magnesiasalz durch basisch-phosphors. Ammoniak fällt. Das künstlich gewonnene bildet ein krystallinisches, weißes Mehlpulver, in Wasser nicht ganz unlöslich, zersetzt sich beim Erhitzen, Ammoniak und $38\frac{9}{10}$ Wasser entweichen, und neutrale phosphors. Magnesia bleibt zurück.

Boraxsaure Magnesia, *Borate de Magnésie*, *B. of M.*, durch doppelte Wahlverwandschaft aus einer concentrirten Auflösung von Chlormagnesium durch boraxs. Ammoniak erhalten. Ein krystallinisches, weißes Pulver, in Wasser schwer löslich, wird durch Alkohol entmischt, welcher Boraxsäure auszieht und ein basisches Salz zurückläßt, schmilzt in der Hitze und besteht aus: 22,85 Magnesia und 77,15 Boraxs. — Halb boraxsaure Magnesia, *Sousborate de Magnésie*, kommt als Boracit vor, in abgestumpften Würfeln, grauweiß von Farbe, specif. Gewicht 2,56 bis 91, durchscheinend, von Wachsglanz, wird durchs Erwärmen polarisch elektrisch, schmilzt zu einem gelben Glas, und besteht aus 37,21 Magnesia und 62,79 Boraxs.; findet sich im körnigen Gyps eingewachsen bei Lüneburg und am Seeberg in Holstein.

Chlorigsaure Magnesia, Chlormagnesia, *Chlorure de Magnésie*, *Chloride of M.*, wird wie Chlorkalk, auf trockenem und nassem Weg dargestellt, ist nur sehr unvollkommen chemisch untersucht, von *H. Davy* als Bleichmittel für den Calicodruck empfohlen worden, bei uns aber nicht angewendet; sie zersetzt sich sehr leicht, und giebt keine so guten Resultate als chlorigs. Kalk, Kali und Natron.

Salpetersaure Magnesia, *Nitrate de Magnésie*, *N. of M.*, findet sich in der Rohlauge aus der Salpetererde, in der Mutterlauge, und obschon selten in Quellwasser. Sie krystallisirt schwierig in geschobenen Säulen, farblos, schmeckt bitter, stechend, kühlend, wird sehr schnell feucht, zerfließt, löst sich in weniger als $\frac{1}{2}$ Theil Wasser, in 9 Theilen Weingeist auf, verliert durchs Erhitzen Wasser und einen Antheil Salpetersäure, besteht aus 27,6 Magnesia und 72,4 Salpe-

ters., giebt mit salpeters. Ammoniak ein Doppelsalz, welches krystallisirt, sich in 11 Theilen kalten, weniger heißen Wasser auflöst, und langsam an der Luft feucht wird.]

Kieselsaure Magnesia, Silicate de Magnésie, S. of M., kommt in der Natur sowohl neutral, als auch als doppelt, dreifach saures Salz vor, theils für sich allein, theils besonders in Verbindung mit andern kiesels. Salzen.

Neutrale kieselsaure Magnesia, Speckstein, Seifenstein. Spanische, Venetianische Kreide, *Stéatite, Craie de Briançon, Steatite, Soap stone*; derb, oder in Afterskrystallen, matt, oder fettglänzend, splittrig im Bruch, grauweiß, grünlich, röthlich, häufig mit dendritischen Zeichnungen, specif. Gewicht 2,6 bis 2,8, fühlt sich sehr fettig an, findet sich auf Gängen, seltner auf Lagern (im Serpentin), in Sachsen, Baiern (Baireuth), Ungarn, England. Man bedient sich desselben zur Politur von Serpentin, Marmor, Gypswaaren, Spiegelgläsern; man benutzt ihn fein gerieben und geschlemmt zur Schminke; als ein Reibung verminderndes Mittel zu Wagenschmiere; zum Vorzeichnen auf Seidenzeug, Tuch, Glas, zu Pastellfarben, zum Malen auf Glas, zum Fleckenausmachen aus Wollen- und Seidenzeug. Man hat Speckstein als Zusatz zur Porzellanmasse empfohlen und angewendet, er macht die Masse durchscheinender, aber auch spröder, bei geringern Hitzten gaar zu brennen; zur Darstellung von Kameen, die gefärbt und hart gebrannt ein onyxartiges Ansehn erhalten; auch verfertigt man Pfropfe für Sublimationsgeschirre, für Chlorentwickelungsapparate, zur Gewinnung von Salzsäure aus Speckstein.

Meerschäum, Ecume de mer, derb, selten in knolligen Massen, gelblichweiß von Farbe, glanzlos, undurchsichtig, Bruch erdig, an die Zunge sich stark ansaugend, specif. Gewicht 1,2, schmilzt in starker Hitze zu einem weißen Email. Er findet sich hauptsächlich in Kleinasien, in Griechenland, der Krimm, Spanien, Piemont. Man verfertigt daraus, wie bekannt, Pfeifenköpfe, und das dabei beobachtete Verfahren ist dem bei Fertigung von Thonwaaren ganz gleich. Die aus der Türkei kommenden Köpfe werden in Deutschland, besonders im Städtchen Ruhla auf dem thüringer Wald, appetirt, und gesotten, erst in Talg, dann in Wachs und mit Schachtelhalm polirt.

$\frac{2}{3}$ kiesels. Magnesia mit Magnesiahydrat verbunden edler Serpentin, derb, durchscheinend, dunkellauchgrün, ins Schwärzliche (durch Eisenoxydul gefärbt), schwach fettglänzend; findet sich im Serpentin im Erzgebirge, Schlesien, Fichtelgebirge, Schweden, Norwegen. — Gemeiner Serpentin, eine aus Diallag und Feldstein innig gemengte Felsart, splittrig im Bruch, ins Ebne verlaufend, grün, schwärzlich, braun-grau gefärbt,

gefärbt, oft gefleckt, geflammt, ist weich, mild, enthält oft Granaten, Talk, Chlorit, Arsenik-, Kupferkies eingemengt. Man findet Serpentin im Erzgebirge bei Zöblitz, unfern Marienberg, wo man mancherlei Geschirre aus demselben dreht, Serpentinreibschalen; in Schlesien, im Fichtelgebirge, in Schweden u. a. a. O. — Hierher gehört der Asbest, welchen man in biegsamen A. — Amiant —, gemeinen A., Holzasbest — Bergholz, *Asbest ligniforme*, *Rock-wood* —, schwimmenden A. — Bergkork, *Rock cork*, *liège fossil*, eintheilt.

Der Amiant erscheint in leicht zu trennenden, faserig krystallinischen Massen, die Fädchen durchscheinend bis halbdurchsichtig, weich, elastisch, seidenglänzend, weiß ins grünliche, gelbliche, specif. Gewicht 0,9 bis 3,00, schmilzt im heftigen Glühfeuer; findet sich im Serpentin, Gneis und Glimmerschiefer, hauptsächlich in der Schweiz, Piemont, Savoyen, England, Sachsen, Schlesien. Man verfertigt daraus unverbrennliche Gewebe mannigfacher Art, neuerdings durch *Aldini* wieder angewendet zum Schutz gegen Flammen für die zum Feuerlöschen und Retten angestellten Mannschaften (siehe vorn bei dem Artikel „Verbrennen“ Seite 82); ferner macht man Lampendochte daraus, welche sich nicht verzehren, und wenn sie verrust sind nur brauchen ausgeglüht zu werden. Bei den Zündbüchsen für die Schwefelhölzer dient der Amiant (Federweiß) als Körper für die concentrirte Schwefelsäure. Endlich wendet man auch die gewöhnlichen Asbestarten zu sogenannter Steinpappe, Steinpapier an.

Hornblende enthält neutralen kiesels. Kalk, $\frac{2}{3}$ kiesel- und thonsaure Magnesia und Eisenoxydul; sie kommt krystallisirt vor in schiefen rhombischen Säulen, in krystallinischen Massen, derb, von blättrig-strahliger Textur, Bruch grob- und feinkörnig, undurchsichtig, perlmutter- bis glasglänzend, schwarz ins Dunkelbraunschwarze, specif. Gewicht 2,8 bis 3,25. Sie bildet eigne mächtige Lager, Hornblendeschiefer, Hornblendgestein im Gneis, Glimmerschiefer, kommt als Gemengtheil vor im Syenit, Porphyr u. a. — Gebrauch. Dem Glassatz zu Bouteillen wird Hornblende beigesetzt (siehe vorn Seite 371), denn schon für sich allein schmilzt sie zu einem undurchsichtigen Glas.

[Endlich findet sich auch in einigen Glimmerarten, so wie im Talk, Chlorit, Topfstein, kiesels. Magnesia, deren Sättigungszustand noch nicht ermittelt ist; (Glimmer siehe unter kiesels. Thonerde).]

Talk, venetianischer Talk, *Talc de Venise*, *Stéatite lamelleuse*, in krummblättrigen Massen, schuppig, derb, grünlichweiß, Bruch uneben, fühlt sich fettig an, findet sich als Talkschiefer auf Lagern im ältern Gebirg, auf Gängen als blättriger Talk, in den schweizer Alpen (Grau-

bünden), Tyrol, Sachsen, Baiern. Der Gebrauch wie beim Speckstein. — Bildstein, Agalmatolith, chinesischer Speckstein, in China, dient zu Schnitzwerken. — Topfstein, Lawezstein, *pierre ollaire*, ein inniges Gemeng von Glimmer, Talk, Chlorit, Magneteisenstein, bildet mächtige Lager im Urgebirge im Alpenland, so unter andern bei Chiavenna, in Schweden (Jämtland), Norwegen, Grönland. Man fertigt Kochgeschirre mancherlei Art, Ofenplatten von großer Dauerhaftigkeit daraus, man braucht ihn auch als Baustein.

[Chlorit, *Chlorite*, kommt in Krystallen, krystallinischen Massen, derb vor, von lauchgrüner ins silberweiß gehender Farbe, Bruch splittig, härter als Talk; findet sich auf eignen Lagern im Urgebirge — Chlorit-schiefer —, oder kommt auf Erzlager, besonders Magneteisenstein vor — blättriger Chl., in vielen Ländern.]

A c h t e s K a p i t e l .

Vom Yttrium.

[Das Yttrium wurde 1828 von Wöhler aus Chloryttrium mittelst Kalium durchs Erhitzen dargestellt. Es erscheint in metallglänzenden, eisengrauen Schuppen, nimmt unter dem Polirstahl einen dunklern Metallglanz an, als Aluminium, scheint spröde zu sein. Bei der gewöhnlichen Temperatur oxydirt es sich weder an der Luft, noch im Wasser, entzündet sich in der Glühhitze und verbrennt mit blendendem Licht, löst sich in verdünnten Säuren unter Wasserstoffgasentbindung auf, weniger leicht in Aetzkali, nicht in Ammoniakflüssigkeit.

Yttriumoxyd, Yttererde, *Yttria*, Gadolinerde, von Gadolin 1794 im Ytterit entdeckt, kommt auch noch in einigen andern seltenen Fossilien in Schweden und Norwegen vor. Man zersetzt den Ytterit, welcher aus kiesel. Eisenoxydul, Cereroxydul und Yttererde besteht, durchs Kochen des gepulverten Fossils in Goldscheidewasser, dunstet zur Trockne ein und löst den Rückstand in salz. Wasser auf, wodurch Kieselerde zurückbleibt. Man bringt in die Auflösung Krusten von schwefels. Kali, wodurch ein Doppelsalz von schwefels. Cereroxydul-Kali sich absondert; die abfiltrirte Flüssigkeit wird mit Ammoniak neutralisirt, das Eisen aus derselben mittelst bernsteins. Ammoniak gefällt, durch Aetzammoniak die Yttererde und Manganooxydul niedergeschlagen, welche beide dadurch getrennt werden, daß man den feuchten Niederschlag mit kohlen. Ammoniak einweicht, wodurch sich die Y. auflöst. Diese Auflösung wird abgedampft, wobei kohlen. Y. zurückbleibt, welche getrocknet und geglüht wird. — Am reinsten erhält man sie durchs Verbrennen des Yttriums.

Die Yttererde ist ein gelblich-weißes Pulver, geruch- und geschmacklos, specif. Gewicht 4,842, in Wasser unlöslich, im Ofenfeuer unschmelzbar, besteht aus: 80,07 Yttrium und 19,93 Sauerst., bildet mit Wasser ein weißes, pulvriges Hydrat, ist in ätzenden Alkalien unlöslich, löst sich aber in kohlens. Alkalien, namentlich im kohlens. Ammoniak auf. Die Salze, welche sie mit den Säuren bildet, schmecken zuckersüß, werden von Cyaneisenkalium weiß niedergeschlagen, welches für dieselben unter allen Erdensalzen charakteristisch ist.

Schwefelyttrium, durch unmittelbare Vereinigung beider; eine graue Masse, wirkt zersetzend aufs Wasser unter Beifügung von Säure. — Chloryttrium erhält man, wenn man mit Kohlenstaub innig gemengte Yttererde erhitzt einem Strom von Chlorgas aussetzt; eine weiße Masse, welche im wasserhaltenden Zustand nicht krystallisirt, sondern zu einer gummiartigen Substanz eintrocknet, welche leicht zerfließt. — Fluoryttrium kommt mit Fluorealcium und Fluorcererium als Yttrocererit vor.

Kohlensaure Yttererde, weiß, geschmacklos, unauflöslich in Wasser, löst sich in kohlens. Ammoniak auf. — Schwefelsaure Y., krystallisirt in kleinen säulenförmigen Krystallen von Amethystfarbe, löst sich in 38 Theilen kalten, nicht viel weniger heißen Wasser auf, überhaupt auffallend langsam, wird durchs Glühen basisch, und schneeweiß. — Phosphorsaure Y. findet sich in der Natur, das neutrale Salz ist ein weißes, in Wasser unlösliches Pulver, welches sich in Phosphorsäure löst, und durchs Abdunsten gallertartig wird. — Salpetersaure Y., eine schwer zu krystallisirende, zerfließende Salzmasse. — Kieselsaure Y., im Ytterit, Gadolinit, $\frac{1}{2}$ kiesels. Y. + $\frac{1}{2}$ kiesels. Eisenoxydul und $\frac{1}{2}$ kiesels. Cereroxydul.]

N e u n t e s K a p i t e l .

V o m T h o r i u m .

[Das Thorium wurde 1828 von *Berzelius* aus dem Chlorthorium mittelst Kalium durchs Glühen dargestellt. Ein dunkel-bleigraues, schweres Pulver, nimmt durch einen Druck Metallglanz an, von eisengrauer Farbe, oxydirt sich nicht im Wasser, verbrennt bei gelindem Erhitzen mit ungewöhnlichem Glanz unter Erzeugung von Thorerde. Salpetersäure oxydirt selbst kochend das Metall gar nicht, dagegen löst es sich in Salzsäure sehr leicht auf; Aetzkali wirkt auf nassem Weg nicht ein.

Thoriumoxyd, Thorerde, *Thorina*, wurde 1828 von *Berzelius* in einem norwegischen Fossil, Thorit, entdeckt. Thoritpulver, in welchem 57,9 $\frac{0}{0}$ Thorerde an Kieselsäure gebunden enthalten, wird mit Salzsäure gekocht, die Auflösung durch Schwefelwasserstoffgas zerlegt, fil-

trirt, nachher fügt man Ammoniak hinzu. Der Niederschlag wird gut gewaschen, in verdünnter Schwefelsäure gelöst, die Flüssigkeit abgedampft, der Rückstand geglüht, wozuf die Thorerde zurückbleibt. Es ist ein weißes, geruch- und geschmackloses Pulver, nach dem Glühen hart und schwer zu pulvern, specif. Gewicht 9,402, unschmelzbar, besteht aus: 88,16 Thorium und 11,84 Sauerst., giebt mit Wasser ein gallertartiges Hydrat, zieht während des Waschens, Trocknens leicht Kohlensäure an, backt zusammen; löst sich noch feucht leicht in Säuren auf, nach dem Trocknen sehr langsam, nach dem Glühen gar nicht. Thorerde löst sich nicht in ätzenden Alkalien, aber in kohlens., besonders in kohlens. Ammoniak auf; ihre Salze besitzen einen ausgezeichneten rein zusammenziehenden Geschmack, wie Gerbstoff. Diese Erde charakterisirt sich dadurch, daß das schwefels. Salz sich in der Siedehitze aus der Auflösung in Wasser niederschlägt, in kaltem Wasser aber allmählig wieder löslich wird.

Schwefelthorium, durch unmittelbare Verbindung mit einer glänzenden Feuererscheinung; ein gelbes Pulver, wird durch wasserhaltende Säuren nicht merklich verändert, löst sich in erhitztem Königswasser. — Chlorthorium, durch Behandlung eines innigen Gemengs von Thorerde und Kohlenstaub mit Chlor in der Wärme; eine weiße Salzmasse, erhitzt sich mit Wasser benetzt, löst sich in Wasser und Alkohol auf.

Kohlensaure Thorerde, ein weißes Pulver, in kohlens. Wasser löslich. — Schwefelsaure Th., schießt in farblosen, rhomboëdrischen Krystallen an, sie werden schnell unter Verlust von $\frac{3}{8}$ Wasser, ohne zu zerfallen, milchweiß, löst sich sehr langsam in Wasser auf, die siedende Auflösung wird trüb, das Salz schwer löslich; enthält 29,5% Wasser. Bildet mit schwefels. Kali ein Doppelsalz in 4seitigen Säulen. — Phosphorsaure Th., selbst nicht in einem Ueberschuß von Phosphorsäure löslich. — Salpetersaure Th., höchst zerfließlich, in Alkohol und Wasser sehr leicht löslich. — $\frac{1}{2}$ kiesel. Th. mit Wasser Thorit.]

Zehntes Kapitel.

Vom Beryllium.

[Das Beryllium, *Glycinium*, wurde von Wöhler 1828 durch Reduction der Beryllerde durch Kalium dargestellt. Ein dunkelgraues Pulver, welches unter dem Polirstahl Metallglanz annimmt, und sehr strengflüssig zu sein scheint; bei der gewöhnlichen Lufttemperatur oxydirt es sich weder an der Luft, noch im Wasser, verbrennt bis zum Glühen erhitzt mit großem Glanz, löst sich unter Entwicklung

von Wasserstoffgas in verdünnten Säuren, auch in Aetzkallilauge, nicht in Aetzammoniak auf.

Berylliumoxyd, Beryllerde, *Glycine, Glycina*, (Süßerde) wurde von *Vanquelin* 1797 im Beryll und Smaragd, nachher noch im Euklas und Helvin entdeckt. Ihre Darstellung ist folgende: Beryllpulver, welches $13\frac{1}{2}\%$ B. enthält, wird mit kohlen. Kali durchs Schmelzen aufgeschlossen, die aufgeschlossene Masse in Salzsäure gelöst, wodurch sich Kieseelerde abscheidet. Die filtrirte Flüssigkeit wird nun mit Ammoniak gemischt, wodurch Thonerde und Beryllerde niederfallen, welche man durch kohlen. Ammoniak trennt, indem dadurch nur die Beryllerde gelöst wird. Die abfiltrirte Lauge wird abgedampft, wodurch das kohlen. Ammoniak entweicht, kohlen. Beryllerde niederfällt, welche getrocknet und geglüht die reine Erde giebt.

Sie ist ein weißes, leichtes Pulver, geruch- und geschmacklos, in Wasser unlöslich, specif. Gewicht 2,967, unschmelzbar in der Ofenhitze, erhärtet dadurch nicht, aus 67,82 Beryllium und 32,18 Sauerstoff bestehend, giebt mit Wasser ein weißes, lockres Hydrat, welches an der Luft kohlensäuer wird, löst sich in den ätzenden fixen Alkalien, nicht in Ammoniak, ebenso in den kohlen. Alkalien selbst im kohlen. Ammoniak auf. Sie hat zu den Säuren stärkere Verwandtschaft als die Thonerde, geringere als die Magnesia, giebt süß und zusammenziehend schmeckende Salze, welche Lackmus meistens röthen. Ein charakteristisches Kennzeichen dieser Erde ist, daß sie mit Fluor und Kalium eine Verbindung giebt, welche in Schuppen aus einer heißen Auflösung krystallisirt.

Schwefelberyllium, durch directe Verbindung unter Feuererscheinung; eine graue, im Wasser nicht lösliche, mit verdünnten Säuren übergossen Schwefelwasserstoffgas entbindende Masse. — Chlorberyllium, eine weiße krystallinische Masse, welche in Wasser gelöst krystallisirt, und in Weingeist sich auflösen kann.

Kohlensaure Beryllerde, ein weißes, leichtes, in Wasser unlösliches, in kohlensaurem Wasser lösliches Pulver. — Schwefelsaure B., leicht in Wasser löslich, das saure krystallisirt. — Phosphors. B., eine weiße unauflösliche Masse, erscheint frisch gefällt gummiartig, schmilzt zu einer glasigen Masse, löst sich in Phosphorsäure auf. — Salpeters. B., krystallisirt schwierig, verwittert theils, theils zieht sie auch wieder Wasser an, löst sich leicht in Wasser und Alkohol auf. — Kiesels. B., kommt in der Natur in verschiednen Verbindungen vor: $\frac{2}{3}$ kiesels. B. + $\frac{1}{3}$ kiesels. Thonerde als Euklas; $1\frac{1}{2}$ kiesels. B. + $\frac{2}{3}$ kiesels. Thonerde als Smaragd, Beryll. — $1\frac{1}{2}$ Thons. B. + $\frac{1}{3}$ kiesels. Thonerde im Chrysoberyll (*Cymophane*).]

E l f t e s K a p i t e l

V o m Z i r k o n i u m .

[Vom Zirkonium hatte *Davy* nur Spuren erhalten, *Berselius* stellte es 1823 aus Fluorzirkonium-Kalium durchs Glühen mit Kalium dar; die geglühte Masse wird mit Wasser, dann mit Salzsäure digerirt, der Rückstand sodann mit Salmiakauflösung, nachdem mit Weingeist und Wasser gewaschen und getrocknet. Ein schwarzes, kohlenartiges, zusammengetrocknetes Pulver, nimmt unter dem Polirstahl einen dunkeln Metallglanz an, leitet die Elektrizität nicht, entzündet sich beim Erhitzen noch ehe es glüht, und verglimmt mit starker Lichtentwicklung. Wenn es mit chlora. Kali gemengt geschlagen wird, so fängt es Feuer ohne zu detoniren, verglimmt mit kohlena. Kali erhitzt, indem die Kohlensäure Sauerstoff abgibt; es löst sich selbst in kochender Salpetersäure, Goldscheidewasser sehr wenig, in Flusssäure dagegen sehr leicht auf.

Zirkoniumoxyd, Zirkonerde, Hyacintherde, *Zirkone*, *Zirconia*, wurde von *Klaproth* 1789 im Zirkon und 1795 im Hyacinth entdeckt, kommt auch im Eudyalit vor, an Kieselsäure gebunden. Zirkonpulver, welches $67,16\%$ jener Erde enthält, wird mit 3 Theilen kohlena. Kali geglüht, dann Aetznatron nach dem Erkalten beigemischt, und völlig aufgeschlossen; die aufgeschlossene Masse wird in Salzsäure aufgelöst, zur Trockne abgedampft, der Rückstand in salzsaurem Wasser gelöst, wodurch Kieselerde ungelöst zurückbleibt. Die filtrirte Flüssigkeit versetzt man mit Ammoniak, wodurch Zirkonerde gefällt wird, welche man abwäscht, trocknet und glüht. Nicht selten enthält die Zirkonerde viel Eisenoxyd, wenn die Zirkone solches enthielten; man zieht es auf verschiedene Art aus, z. B. durch Salzsäure, Oxalsäure etc.

Ein feines, weißes, geruch- und geschmackloses Pulver, ist hart, ritzt Glas, schmilzt nicht in der Ofenhitze, specif. Gewicht 4,3, besteht aus: 73,70 Zirkonium und 26,30 Sauerst.; löst sich nicht in Wasser auf, bildet mit demselben ein Hydrat, welches frisch gefällt fast gallertartig, voluminös, sich in Säuren leicht auflöst, wogegen es mit heißem Wasser gewaschen sich kaum in concentrirten Säuren löst; nach dem Trocknen wird es gelblich, fest, gummiartig, enthält $12,9\%$ Wasser, verliert durchs Glühen alle Löslichkeit in Säuren; beim Glühen giebt die Zirkonerde ein blendendes Licht von sich, so auch das Hydrat. Sie löst sich nicht in den ätzenden, aber in den kohlena. Alkalien auf, wenn man die Salze durch diese im Uebermaß zugesetzt niederschlägt. Die Salze der Zirkonerde schmecken rein zusammenziehend, werden von Galläpfelaufguss gelb gefällt, auch von schwefels. Kali, welches dadurch zum sauren Salz wird und ein höchst basisches Zirkonerdesalz niederschlägt.

Schwefelzirkonium auf directem Weg unter geringer Feuererscheinung erhalten, eine braune Masse, welche von kochenden Königswasser sehr langsam, leicht von Flusssäure aufgelöst wird. — Chlor-

zirkonium durch unmittelbare Vereinigung unter Verbrennen, krystallisiert mit Wasser verbunden in farblosen kleinen Nadeln, verwittert, löst sich in Wasser und Alkohol auf, giebt durchs Erhitzen einen Theil Chlor ab.

Kohlensäure Zirkonerde, ein weißes, in Wasser unlösliches Pulver. — Schwefelsäure Z., kann sowohl als eine gummige Masse, als auch, wenn die Auflösung freie Säure enthält, in Krystallen erhalten werden. Es löst sich leicht in heißen, schwerer in kaltem Wasser auf, verliert in der Hitze das Wasser, dann auch die Säure. — Halbschwefels. Z., eine gummiartige Masse. — Salpeters. Z., eine gummige, nicht krystallisirende Masse, in Wasser löslich, wenn die Abdunstung nicht über 100° geschah. — $\frac{1}{2}$ kiesels. Z. kommt vor als Zirkon und Hyacinth.]

Z w ö l f t e s K a p i t e l.

V o m A l u m i u m.

Das Aluminium wurde von *Davy* nur in sehr kleinen Spuren mittelst Kalium dargestellt, *Oersted* lehrte aus Chloraluminium durch Kaliumamalgam Aluminiumamalgam gewinnen; *Wöhler* stellte es 1827 isolirt aus Chloraluminium mit Kalium dar. Die geschmolzene graue Masse löst man in kaltem Wasser auf, wodurch sich Aluminium abscheidet.

Ein graues Pulver, auch in metallglänzenden Flittern, wird unter dem Polirstahl zinnweiß und glänzend, schmilzt noch nicht bei 130° W., leitet in Pulverform die Elektrizität nicht, fängt beim Erhitzen an der Luft Feuer, verbrennt zu harter, weißer Thonerde, die zum Theil geschmolzen ist und Glas schneidet. Es wird von kaltem Wasser nicht, aber von heißem allmählig oxydirt unter Entwicklung von Wasserstoffgas, wird von Salpeter- und Schwefelsäure kalt nicht aufgelöst, dagegen von verdünnter Salz- und Schwefelsäure unter Wasserstoffgasentwicklung, von Aetzkalilauge, selbst von Aetzammoniakflüssigkeit.

Aluminiumoxyd, Alaunerde, Thonerde, *Alumine*, *Alumina*, kommt in der Natur theils ziemlich rein, theils als Hydrat, theils mit Schwefel-, Phosphor-, Borax-, Kieselsäure, theils auch mit andern Erden, Alkalien, Metalloxyden verbunden vor, und bildet überhaupt einen großen Theil des festen Erdkörpers. Fast reine Thonerde enthält der Korund, Saphyr, *Télesie*, *Corindon-hyalin*, welcher von verschiedenen Farben gefunden und im Handel verschieden benannt wird, die blauen heißen Saphyre, die rothen orientalische Rubine, die gelben or. Topase, die violetten or. Amethyste, die grünen or. Smaragde etc. Die Grundform

ist ein Rhomboëder, sechseitige Pyramide, von lebhaftem Glasglanz, durchsichtig, doppelte Strahlenbrechung, specif. Gewicht 4,3, ist mehr dem Diamant das härteste bekannte Fossil, unschmelzbar, enthält etwas Kieselerde und ein wenig Eisenoxyd. Die kleinern Steine, so wie die unreinen, undurchsichtigen, milchfarbigen grauen werden unter dem Namen Korund, Diamantapath, *Corindon adamantine*, *Adamantina* etc., zu Schleifen und Poliren von Edelsteinen angewendet, besonders in China. Man findet die Saphyre im Sand der Flüsse, im Schottland mit Zirkonen, Granaten, Magnetisenkörnern auf Ceylon, China, Siam, Peps, aber auch in Böhmen, Sachsen, Frankreich; den Diamantapath erwachsen in Urgebirgsgesteine, in China, Ostindien, Savoyen, Fennoskandia.

Smirgel, *émeri*, *emery*, der reinste, ist dem Korund unmittelbar beizuzählen, er kommt in kleinen Portionen einge wachsen häufiger nur eingesprengt, undurchsichtig, bloß an den Kanten durchscheinend, wenig und fettglänzend, dunkel bläulichgrün, zerbröckelt und feinkörnig im Bruch. Man trifft denselben in großen Massen am Fuß von Urgebirgen, als auf Naxos und andern Inseln des griechischen Archipels, im Erzgebirge, Spanien, England, im Allgäu, im Erzgebirge. Tennant fand im Smirgel von Naxos 86 Thonerde, 3 Kieselerde, 4 Eisenoxydul. (Es wird aber unter dem Namen Smirgel vielerlei anderes Material in den Handel gebracht, meistens innige Gemenge von Korund und Magneteisenstein. Hierher gehört sicher der Smirgel von der Insel Jersey, welcher nach *Vauquelin* 53,83 Thonerde, 12,66 Kieselerde, 24,66 Eisenoxyd, 1,66 Kalk enthält.) Der Smirgel wird so präparirt: man pulvert ihn mittelst Stampfwerken, die mit einem Schalen versehen sind, oder zwischen Gusswalzen, siebt und schüttelt das Pulver, und sortirt die Niederschläge von verschiedener Feinheit, indem man die trübe Flüssigkeit nach bestimmten Zeiträumen aus einem Präcipitirgefäß in andere leitet; zuerst, wie bekannt, setzt sich das gröbere Pulver ab, sodann das feinere, das feinste zuletzt. — Man wendet den Smirgel an um Edelsteine theils mit dem gröbern Pulver zu schleifen, theils um mit dem feinsten zu poliren, dieselben zu anschei- auch zur Politur von Stahl-, Glaswaaren, Rasirmessern und andern scharfen Werkzeugen, z. B. um Baumwollkratzen zu schleifen, Stahlwaaren von Rost zu befreien gebraucht man Smirgel, welchen man zu dem Ende auf Papier aufträgt, Smirgelpapier, oder auf Leder (Rastreibnien). In England fertigt man das Smirgelpapier so, daß man in den Smirgelröhren mit Leimwasser bestrichne Papiere in verschiedenen Höhen vom Fußboden aufwärts aufhängt; der Staub steigt am höchsten an, der gröbere bleibt unten, so entsteht gleicher Zeit verschiedene Sorten Smirgelpapier; die gröbste muß

durch Aufsieben dargestellt werden. Auf gleiche Weise kann man auch Feuersteinpapier, Bimssteinpapier etc. fertigen.

Man stellt Thonerde aus dem Alaun, schwefels. Thonerde + schwefels. Kali (schwefels. Ammoniak) folgendermassen dar: den eisenfreien Alaun löst man in heissem Wasser auf, und setzt kohlena. Natron so lange hinzu, als noch ein gallertartiger Niederschlag fällt. Hierbei entweicht kohlena. Gas, theils bleibt es auch in der Flüssigkeit aufgelöst und schwefels. Natron bildet sich, Thonerdehydrat mit kohlena. Natron-Thonerde fällt nieder. Der Niederschlag wird mit kochendem destillirten Wasser so lange abgespült, bis das Wasser geschmacklos abläuft, sodann in reiner Salzsäure aufgelöst und nochmals mittelst Aetzammoniak im Ueberschuss gefällt, wodurch reines Thonerdehydrat gallertartig gewonnen wird. Dieses abgewaschen, getrocknet und geglüht liefert reine Thonerde. Ammoniakalaun, d. h. Alaun, welcher schwefelsaures Ammoniak (und keine Einmischung von schwefels. Kali, was meist der Fall ist), enthält, braucht man nur stark zu glühen, so entweicht das Ammoniaksalz und die Schwefelsäure trennt sich von der Thonerde, welche rein zurückbleibt.

Die Thonerde erscheint als ein weisses, lockeres, geruch- und geschmackloses Pulver, im Ofenfeuer unschmelzbar, (weshalb sie auch dem Glas in Menge zugesetzt, dasselbe trüb macht), specif. Gewicht gegen 2,0 nach heftigem Glühen 4,15, hängt sich an die feuchte Zunge an, schmilzt im Sauerstoff- und Knallgasgebläse, den Volta'schen Batterien zu einem farblosen klaren Glas, zieht an feuchter Luft 15% Wasser an. Die Thonerde besteht aus: 53,3 Alumium und 46,7 Sauerst., ist in Wasser völlig unauflöslich, bildet aber mit demselben Hydrate, deren zwei verschiedene in der Natur vorkommen, von denen eins auch künstlich erhalten wird. Schlägt man nämlich ein reines Thonerdesalz mit Ammoniak im Ueberschuss nieder (denn sonst fällt ein basisches Salz), so bildet sich ein gallertartiges Thonerdehydrat, weis von Farbe, welches zu einem gelblichen, gummiartigen Körper zusammentrocknet, indem die Masse dem Raum nach ungemein sich vermindert; letzteres enthält 34,31% Wasser. Frisch gefälltes Thonerdehydrat löst sich in Säuren selbst den schwächsten, in kohlensaurem Wasser auf, wogegen geglühte Thonerde sich nur in den stärksten Säuren langsam auflöst. Natürliche Thonerdehydrate sind der Gibbsit, welcher eben so viel Wasser enthält, als das künstliche, und der Diaspor, welcher $\frac{1}{3}$ des im vorigen enthaltenen Wassers besitzt.

Die Salze, welche die Thonerde bildet, besitzen einen säuerlich zusammenziehenden, hintennach süßlichen Geschmack, reagiren stets sauer auf Lackmuspapier, ätzende Alkalien schlagen aus ihnen die Thonerde nie-

der, Aetzkali und Natron aber lösen, im Ueberschuss angewendet, die niedergeschlagene Thonerde wieder auf. Thonerde mit salpeters. Kobaltoxyd geglüht wird schön dunkelblau gefärbt. Die Thonerde ist keine starke Base, dennoch hat sie zu schwach säureartigen Körpern, wie die mancherlei Pflanzenpigmente sind, eine ausgezeichnete Verwandtschaft, worauf sich viele wichtige Prozesse der Färberei und Katundruckerei gründen (wovon später mehr). Thonerdehydrat löst sich reichlich in Kali-Natronlauge auf, selbst Baryt und Strontian wirken lösend, Ammoniak äußerst wenig; es verhält sich nämlich die Thonerde gegen Alkalien, Erden, Metalloxyde als eine schwache Säure, bildet mit ihnen, analog der Kieselerde, salzartige Verbindungen, thonsaure Salze, *Aluminates*, von denen mehrere in der Natur vorkommen; siehe weiter unten. — Reine Thonerde findet an sich sehr geringe Anwendung, desto mehr aber verschiedene Thonerdesalze und Verbindungen, von denen später das Nähere. Man hat Thonerdehydrat für die Oelmalerei empfohlen, um das Lasiren zu vermindern.

[Schwefelalumium, *Sulfure d'Alumium*, *Sulphuret of A.*, von Wöhler 1827 dargestellt, durch Vereinigung beider in der Glühhitze; eine schwarze, halbmimetallische Masse, nimmt einen eisengrauen Glanz unter dem Polirstahl an, wird durch die Wasserdämpfe der Luft zersetzt, entwickelt Schwefelwasserstoffgas.

Chloralumium, *Chlorure d'Alumium*, *Chloride of A.*, findet sich in dem Wasser des Ochotskischen Meeres, und in dem daraus gewonnenen Seesalz; man erhält es, wenn über fein gepulverte mit Kohlenstaub gemengte Thonerde in der Hitze Chlorgas hinweggeleitet wird unter Erzeugung von Kohlenoxydgas. — Ein blaß grünlichgelbes Pulver, krystallinisch-blättrig, halbdurchscheinend, wird feucht an der Luft, zerfließt, zersetzt sich, riecht dann nach salzsaurem Gas, stößt weiße Dämpfe aus, löst sich unter Erhitzung schnell im Wasser auf, wobei Salzsäure und Thonerde sich bilden. Chloralumium verflüchtigt sich über 100°, setzt sich krystallinisch ab, besteht aus: 20,5 Alum. und 79,5 Chlor; (oder aus 38,46 Thonerde und 61,54 Salzsäure.)

Löst man Thonerdehydrat in Salzsäure auf, oder durch Zersetzung des Alauns mittelst Kochsalz in der Kälte, wobei Glaubersalz auskrystallisirt, so erhält man eine gelbliche, stets sauer reagirende Flüssigkeit, welche abgedunstet meist eine gummiartige Salzmasse giebt, die schnell aus der Luft Wasser anzieht, feucht wird, sich leicht in Wasser und Weingeist auflöst, durch Hitze zersetzt wird. Man hat die salzs. Thonerde für die Seidenfärberei, so wie die Färberei mit Lacedye empfohlen.]

Fluoralumium, *Fluorure d'Alumium*, *Fluoride of A.*, durchs Auflösen von Thonerdehydrat in Flußsäure; die Flüssigkeit krystallisirt

nicht, sondern giebt nach dem Abdampfen eine gelbliche, durchscheinende, gummiartige Masse, die sich anscheinend in kalten Wasser nicht löst, aber nach einiger Zeit völlig auflöst, ist geschmacklos, greift Glasgefäße an, besteht aus: 32,43 Alum. und 67,57 Fluor. Fluoraluminium + Fluornatrium kommt vor als Kryolith, ferner $\frac{1}{3}$ kiesels. Thonerde + basischem Fluoraluminium, als Topas, welcher in Säulen mit Längsstreifen vorkommt, theils farblos, theils gelb (honig-weingelb), glasglänzend, durchsichtig, doppelte Strahlenbrechung, specif. Gewicht 3,4 bis 6, schmilzt mit Borax zu einem klaren Glas. Er bildet einen wesentlichen Gemengtheil des Topasfelagesteins (Schneckenstein bei Auerbach im Voigtland), man findet ihn auf Zinnlagerstätten im Erzgebirge, England, in losen Krystallen und Rollsteinen im Schuttland in Brasilien, Sibirien. Er wird als Schmuckstein, besonders der gelbe brasilianische, gebraucht, und die unbrauchbaren Individuen dienen als Topasbrack zu Schleispulver.

[Kohlensaure Thonerde, *Carbonate d'Alumine, C. of A.*, kennt man im isolirten Zustand nicht; Thonerdehydrat löst sich in kohlen. Wasser auf, beim Entweichen des kohlen. Gases fällt aber Thonerdehydrat nieder. Schlägt man ein Thonerdesalz mit einem kohlen. Alkali im Ueberschuß nieder, so bildet sich eine Doppelverbindung von Kohlensäure, Alkali und Thonerde.]

Schwefelsaure Thonerde, *Sulfate d'Alumine, S. of A.*, kommt auf Guadeloupe im Uebergangsthonschiefer, an mehreren Orten Amerikas, z. B. zu Rio Saldana vor; wird durchs Auflösen von Thonerdehydrat in Schwefelsäure und Abdunsten bereitet. Sie krystallisirt in dünnen, perlmutterglänzenden, durchscheinenden, farblosen Blättchen, von süßen, zusammenziehenden Geschmack, löst sich in 2 Theilen kalten Wasser, in Alkohol fast gar nicht auf, verliert durch Glühhitze alle Säure, besteht aus: 29,90 Thonerde und 70,10 Schwefels., außerdem führt es 46,6% Wasser. Dieses neutrale Salz verbindet sich mit schwefels. Alkalien zu krystallisirenden Doppelsalzen, welche man Alaune nennt.

$\frac{2}{3}$ schwefels. Thonerde erhält man mit schwefels. Kali verbunden durch Zersetzung einer Alaunauflösung mittelst kohlen. Kali, welches so lange zugesetzt wird, als der anfänglich entstandne Niederschlag sich immer noch im Wasser auflöst, auch dadurch, daß man $\frac{1}{3}$ schwefels. Thonerde in neutraler auflöst; nach dem allmählichen Abdampfen bleibt eine gummiartige Substanz übrig, die durch starke Verdünnung mit Wasser, so wie durchs Kochen, in neutrales und $\frac{1}{3}$ basisches Salz zersetzt wird. Dieses Thonerdesalz bildet mit schwefels.

Salzen gleichfalls Doppelsalze, welche keine Neigung zum Krystallisiren besitzen. — $\frac{1}{2}$ schwefels. Thonerde + schwefels. Kali wird unter dem Namen neutraler Alaun für die Zengdruckerei, auch zur Bereitung der essig. Thonerde verfertigt. Im römischen Alaun ist ein Antheil von $\frac{1}{2}$ schwefels. Thonerde-Kali enthalten.

$\frac{1}{2}$ schwefels. Thonerde kommt in der Natur vor als Alumin, Websterit (natürliche Thonerde), in kleinen nierförmigen Stücken, von weißer Farbe, feinerdig, undurchsichtig. Man fand dieses Fossil im Thon und Mergel zu Halle a. d. S., auch zu Morl im Saalkreis; neuerdings hat man es in Frankreich zu Bernon, Epernay, in England bei Newhaven gefunden. Man erhält diese Verbindung auch künstlich durch Präcipitation einer Auflösung von schwefels. Thonerde mittelst Ammoniak; ein weißes, in Wasser unauflösliches Pulver, besteht aus: 29,80 Thonerde, 23,25 Schwefels., 46,95 Wasser. Es kommt im Alaunstein mit schwefels. Kali und überschüssiger Thonerde verbunden vor, wovon gleich mehr.

Doppelsalze von schwefels. Thonerde mit schwefels. Alkalien, Alaune; sie sind so gemischt, daß die Sauerstoffmenge in der Thonerde zu der der alkalischen Base, und so auch die Sauerstoffmenge in demjenigen Theil der Schwefelsäure, welcher mit der Thonerde verbunden, zur Sauerstoffmenge in der andern mit dem Alkali verbundenen Menge sich verhält = 3 : 1.

[Wenn man statt schwefels. Thonerde gewisse andere schwefels. Salze, die mit erstem isomorph sind (vergleiche vorn Seite 28) mit schwefels. Alkalien verbindet, so erhält man auch Alaun von derselben Krystallform; solche sind: schwefels. Eisenoxyd, Manganoxyd, Chromoxydul.]

I. Kalialaun, schwefels. Thonerde-Kali, Alaun, *Sulfate d'Alumine et de Potasse, Alun, S. of A. and Pot., Alum*, kommt in der Natur gebildet vor, theils in haarförmigen Krystallen efflorescirend, in Klüften und Spalten von Alaunschiefer, Thonschiefer, Kohlengebilden, theils in krystallinischen, tropfsteinartigen Massen, als erdiger Beschlag, graulich weiß, perlmutterglänzend, so in Böhmen, im Voigtland, zu Freienwalde; ferner in der Nähe von Vulkanen, am Vesuv, Solfatara, Grotta di Alume am Capo Miseno bei Neapel, Sicilien, auf den vulkanischen Inseln nächst Sicilien etc. Auch in der Nähe von Erdbränden findet man Anflug von Alaun, so bei Duttweiler, in der Auvergne, wo besonders viel Alaun sich bildet. — Federalaun, Federsalz, (*Alumen scissile, Al. plumosum, Alun de plume*). Alaun von faseriger Textur auf Milo. (Jedoch nennt man auch

Fasergyps manchmal Federalaun.) Nicht selten kommt Alaun mit schwefels. Eisenoxyd vor, auch mit schwefels. Magnesia. — Man findet auch in Gewässern Alaun aufgelöst, so in Indien in der Provinz Catch, in Ungarn; in erstem Land gewinnt man durchs Abdampfen in der Sonnenwärme den Alaun, welcher als ostindischer in den Handel kommt.

Die Bereitung des Alauns geschieht auf verschiedne Weise, nämlich 1) aus Laven, wie in der Alaunhöhle am Capo Miseno, besonders von der Solfatara bei Neapel; 2) aus dem Alaunstein; in diesen beiden genannten Fossilien befindet sich der Alaun gebildet vorhanden. 3) aus der Alannerde; 4) aus dem Alaunschiefer; 5) aus der Asche von Steinkohlen; 6) aus Thon mittelst Schwefelsäure und schwefels. Alkalien.

1) Aus alaunhaltender Lava. Zu Solfatara bei Puzzuolo, im Königreich Neapel, findet sich eine durch das stets in Menge erzeugte schweflige Gas zerstörte Lava, welche Thonerde und Kali haltend durch jenes und den Sauerstoff der Luft in ein Alaun enthaltendes Material umgewandelt ist. Cordier glaubt, daß basaltische Schlacken, glatte Laven in der Nähe von Vulkanen oft mögen Alaun geben, wie Versuche ihn gelehrt. Man sammelt in Solfatara den weißen Anflug von Alaun an der Erdoberfläche, löst ihn in Wasser auf, klärt die Anflösung durch ruhiges Absetzen, dampft dann in bleiernen Pfannen ab, die man in die Erde eingräbt, deren Temperatur dort 40° C. beträgt, und läßt das Salz anschießen; den rohen Alaun (*alun brut*) löst man wieder auf, und läßt ihn zum zweiten Mal krystallisiren. Die rückständigen ungelösten Substanzen bestehen in Kieselerde, Thonerde, Eisenoxyd, wahrscheinlich auch basisch schwefels. Thonerde mit Kali, welches Salz durch Zusatz von Schwefelsäure in Alaun umgewandelt werden könnte. — Sehr reiner Alaun!

2) Aus dem Alaunstein, *Mine ou pierre d'Alun, Alunita*. Der Alaunstein kommt theils krystallisirt, in spitzen Rhomboëdern, theils krystallinisch, derb vor, oft mit vielen kleinen Blasenräumen; halbdurchsichtig bis schwach durchscheinend, matt, die Krystalle fettglänzend, Bruch uneben, ins Splittrige, farblos, gelb, grau, braun, specif. Gewicht 2,6 bis 2,74. Er findet sich auf Gängen und Drusenräumen im Alaunfels, einer Felsart die aus Trachyten und trachytischen Gebilden, aus Laven, durch die Wirkung der vulkanischen schwefligen Säure entstanden zu sein scheint. Alaunstein findet man zu Tolfa bei Civita-Vecchia im Kirchenstaat, Montione im Herzogthum Piombino, zu Solfatara im Neapolitanischen; in Ungarn zu Bereghszasz und Muszay in der Beregher und Zempliner Gespanschaft, ferner in der Auvergne am Mont d'Or, in Geschieben und Blöcken, auf einigen Inseln des griechi-

sehen Archipelagus. — Der Alaunstein besteht, und zwar der kry-
stalline, nach Cordier, aus: 10,377 Kali, 30,533 Thonerde, 5,263 Schwefelsäure,
14,837 Wasser; der von Tolfa nach Klaproth aus: 10 Kali, 30
Thonerde, 56,5 Kieselerde, 16,5 Schwefelsäure, 3,0 W.; es enthält das-
selbe $\frac{1}{2}$ schwefels. Thonerde, schwefels. Kali und kiesel. Thonerde im
dichten Zustand.

Der durch Tagebau zu Tolfa gewonnene Alaunstein wird in Eisen-
flaufen über einer gepflasterten Roststätte mit Holz zweimal geröstet;
jedes Feuer dauert 6 bis 7 Stunden, so bald sich schweflige Säure ent-
bindet, wird mit Feuern aufgehört. In Ungarn röstet man mit Eisen-
nägeln an Brennmaterial, und überhaupt zweckmäßiger, in Schächeln
noch besser in Flammöfen. Nach dem Rösten werden die Stücke in
Verwitterung und Auslaugung gebracht, sie werden in hölzernen Kisten
aufgeschichtet, ein Paar Monate lang täglich mit Wasser bespritzt,
wodurch die Masse allmählig bedeutend sich senkt und in einen Schlamm
sich verwandelt, über welchem eine concentrirte theonhaltige Alaun-
lösung sich sammelt, welche man abläßt, den Schlamm aber entfernt. Darnach
wird die Lauge in kupfernen oder bleiernen Kesseln verdunstet, welche
in 4 bis 5 Stunden vollendet, wobei sich wieder Schlamm abscheidet;
die gaare Lauge schießt dann in den Wachgefäßen zu Krystallen an,
zuerst in Oktaëdern, zuletzt in Würfeln. Die Mutterlauge wird durch
einen eignen Verdunstungsprozeß noch concentrirt, und am Ende
gewonnen, der noch brauchbar ist. — Ohne vorgängige Calcination ist
das Gestein zur Alaungewinnung nicht anzuwenden, indem Wasser kein
Alaun auszieht; man glaubt, daß durchs Erhitzen sich ein Theil
Thonerde von der höchst basischen schwefelsauren Thonerde trennt
und dadurch ein neutrales Salz gebildet werde, was dann durch Was-
ser ausziehbar ist. Die Siedereien zu Tolfa sollen jährlich 10000
Centner Alaun liefern.

Der aus dem Alaunstein dargestellte Alaun heißt im Handel Römischer
Alaun, *Alun de Rome*, *Roman Alum*, er kommt in kleinen Stü-
cken vor, von fleischrother Farbe, welche von sehr wenig beigemeng-
tem Eisenoxyd herrührt. Löst man ihn auf, so bleibt dieses zurück und
es schießt dann bei gelinder Erwärmung Alaun in Würfeln an; macht
man aber die Auflösung bis 45° heiß, so scheidet sich $\frac{1}{2}$ schwefels.
Thonerde-Kali ab, und die heiße Flüssigkeit abfiltrirt krystallisirt in
Oktaëdern, läßt man sie aber über dem Niederschlag sich abkühlen, so
schießen zuletzt wieder Würfelkrystalle an. Demnach ist es sehr wahr-
scheinlich, daß der kubische Alaun $\frac{1}{2}$ schwefels. Thonerde + schwefels.
Kali enthält, der oktaëdrische aber nur neutrale schwefels. Thon-
erde + schwefels. Kali. Er enthält 0,0095 schwefels. Eisenoxyd, was

halb, und weil er reich an Thonerde ist, man denselben zu gewissen Zwecken in der Kattundruckerei als Beitzmittel anwendet. *Darcet* fabricirte guten Römischen Alaun. (Siehe weiter unten die Eigenschaften des Alauns).

[Das Alaunwerk zu Tolfa wurde 1460 oder 65 von *Johann de Castro* angelegt, fast gleichzeitig auch eins auf der Insel Ischia. — Alaun von Rocca hat seinen Namen von Rocca in Mesopotamien (Syrien), derg. jetzigen Edessa; andere meinen das Wort Rocca solle andeuten, es sei ein aus Gestein gefertigter Alaun, (woher die Uebersetzung *Al. rupeum*, *Al. de Roche*, *Rock-Alum*). Der Alaun von Rocca war in frühern Zeiten sehr berühmt; hier soll *Joh. de Castro* seine Kunst gelernt haben.]

3) Aus der Alaunerde, *Aluminite bitumineux*, *Alum-earth*, meist Alaunerz genannt. Sie bildet untergeordnete Lager in Braunkohlenflötzen, weshalb sie auch mit diesen zusammen, oder sie ersetzend, auftritt. Derb, weich, zerreiblich, bräunlich-schwarz, matt, erdig im Bruch, im Großen etwas schiefzig, wird auf dem Strich glänzend, specif. Gewicht 1,2 bis 7. Man findet Alaunerde zu Freienwalde an der Oder, seit 1717 dort entdeckt, wo sie ein mächtiges Flötz bildet, und bergmännisch, mittelst hineingetriebner Stollen, abgebaut wird; zu Schwemml bei Dübén, (Regbk. Merseburg) wo man die Alaunerde durch Tagbau gewinnt; zu Muskau in der Lausitz, zu Gleissen bei Zielenzig, (Regbk. Frankfurt), Kreuzkirch bei Neuwied, (Regbk. Coblenz), Pützberg hinter Friesdorf bei Bonn, Pützgen, Spich (Regbk. Cöln), Ungarn, Böhmen zu Commotau, in der Picardie in Frankreich, auch im Vivarais. Die Zusammensetzung der Alaunerde geht aus der beifolgenden Zusammenstellung der Resultate von *Klaproth* und *Bergemann* hervor.

[Freienwalder Alaunerde, *Klaproth*. Pützberger Alaunerde, *Bergemann*.

Thonerde	160	108
Kieselerde	400	453
Magnesia	2,5	—
Schwefel	28,5	39,4
Kohle	196,5	59,5
Eisenoxydul	64,0	55,0
Manganoxyd	—	6,0
Schwefels. Eisenoxydul	18,0	57,29
» Thonerde	—	12,0
» Kalk	15	17,1
» Kali	15	17,49
Salzs. Kali	5	3,51
Wasser	107,5	165,0
Schwefelsäure	—	4,74
	<hr/> 1012,0	<hr/> 998,03.]

Die Alaunerde enthält meist keinen Alaun in sich, zum Theil aber auch etwas gebildeten Alaun. Die Alaunerde wird der Verwitterung ausgesetzt, einem zeitraubenden Prozeß, durch welchen die Bildung von schwefels. Thonerde bezweckt wird. Sind nämlich die Alaunerze von lockerer Beschaffenheit, nicht fest, hart, nicht bituminös, enthalten sie wenig Schwefelkies, so erfolgt, ohne vorhergegangne Röstung, die Verwitterung freiwillig. Zu dem Ende werden dieselben in Halden aufgestürzt, die theils mit leichten Schoppen überdeckt sind, theils unter freiem Himmel sich befinden. Es erfolgt durch den Einfluß von Sauerstoff und Wasserdampf eine Oxydation des Schwefels zu Schwefelsäure, des Eisens zu Oxydul, es erhitzt sich die Masse oft bis zur Entzündung, welche besonders beim Umschaukeln des Erzes stattfindet, die man jedoch zu unterdrücken sucht, weil durch dieselbe die Masse in Brand geräth, und ein Theil der Schwefelsäure dadurch zersetzt und als schweflige Säure verflüchtigt wird. Abwechslungen in der Temperatur, der Feuchtigkeit sollen das Verwittern sehr begünstigen, weshalb man in der trocknen Jahreszeit die bedeckten Halden mit Wasser befeuchtet. Die Zeit, binnen welcher die Verwitterung möglichst vollständig erreicht wird, ist nach Maafsgabe der verschiedenen Beschaffenheit der Erden sehr verschieden; 1, 1½, 2 Jahr; das Kennzeichen des vollendeten Prozesses ist das Beschlagen mit einem gelblich-weißen Salz — schwefels. Thonerde, schwefels. Eisenoxydul —, und die Ergiebigkeit an Alaunrohlauge, wenn eine Portion mit Wasser ausgelaugt wird. Der erzeugte Eisenvitriol ist nämlich durch die Einwirkung eines Theils Thonerde zersetzt worden, wodurch sich schwefels. Thonerde erzeugt hat, das Eisenoxydul ist in Oxyd übergegangen, welches mit Schwefelsäure ein basisches Salz bildet. Hierauf erfolgt das Auslaugen der verwitterten Erze. Erze, die bedeutend viel Schwefeleisen, Bitumen enthalten, kommen gewöhnlich schon von selbst binnen Kurzem auf den Halden in Brand, und man zündet sie auch wohl absichtlich darum an, um das Bitumen zu zerstören, und die schwefelreichen Kiestheile dadurch in minder geschwefeltes Eisen zu verwandeln, welches sich an der Luft leicht zu schwefels. Eisenoxydul oxydirt, wogegen dies das höchst geschwefelte Eisen nicht thut. Zu dem Ende läßt man das geröstete Erz löschen, umschaukeln und zur Verwitterung auf Halden stürzen, welche nur kurze Zeit gebrauchen, um laugewürdig zu sein.

Das Auslaugen, *lessivage*, *lavage*, geschieht entweder auf den Halden mittelst aufgegoßnem Wasser, zu diesem Zweck muß die Sohle der Halden wasserdicht und abschüssig sein, oder geschieht in hölzernen Auslaugkästen, *baquets*, *pits*, die aus Bohlen gefertigt, terrassenartig übereinander aufgestellt werden, um das Abzapfen der Laugen möglichst zu erleich-

erleichtern, und zwar so, daß die schwache Lauge der obersten Kästen auf das Erz der untern gezapft wird, hier sich concentrirt, dann auf den dritten Kasten kommt, wo sie noch reichhaltiger wird. Sind die Erze nach zweimaligem Auslaugen erschöpft, so werden sie herausgeschafft und in Halden aufgestürzt, dem Verwittern wieder ausgesetzt, wodurch sie noch einmal Rohlauge liefern, sodann aber gewöhnlich gänzlich fortgeschafft. (In den ausgelaugten Erzen zu Freienwalde, die dort Hügel bilden, findet man bedeutend große Krystalle von Marienglas (Gypspath) in großer Menge, von dem Gehalt an Gyps im Alaunerz herrührend.) Die Rohlauge wird in einem Rohlaugensumpf, *settling cistern*, einem (oder mehreren) wasserdichten Behälter; welcher mit einem Schoppen bedeckt ist, aufbewahrt; hiedurch klärt sich die Lauge einmal ab, zweitens wirkt auch der Sauerstoff oxydirend auf den Gehalt an aufgelösten Eisenvitriol, und es schlägt sich $\frac{1}{2}$ schwefels. Eisenoxyd, als ein braungelber Schlamm nieder, welchen man von Zeit zu Zeit heraus schafft, und in eignen Oefen calcinirt, wodurch man rothes Eisenoxyd erhält, (Braunroth, Berlinerroth genannt). An einigen Orten bedient man sich der Dornen- oder Tafelgradirung um schwache Rohlauge zu verstärken, wobei der Gyps mit $\frac{1}{2}$ schwefels. Eisenoxyd vermischt einen Dornenstein bildet, und daher der Pfannenstein nicht so stark wird, wovon die Siedepfannen sehr leiden.

Hierauf wird die Rohlauge in bleiernen Siedepfannen von verschiedenen Dimensionen und Feuerungseinrichtung zur raschern Abdampfung (z. B. hat man die Flamme, den heißen Rauch, über die Fläche der abdampfenden Lauge geleitet, zu welchem Ende aber steinerne Siederäume erforderlich sind), versotten, wodurch nicht allein die Flüssigkeit durchs Verdampfen des Wassers dichter wird, sondern sich auch Gyps ausscheidet und $\frac{1}{2}$ schwefels. Eisenoxyd, indem das Oxydul in der Siedehitze in Oxyd übergeht, und ein Theil sich präcipitirt. Die Siedezeit ist nach der Stärke der Rohlaugen und der mannichfachen Verfahrungsweise sehr verschieden. Die Lauge läßt man bis 75° in den Pfannen erkalten, schlägt sie dann in hölzerne Sümpfe, oder steinerne Behälter, Kühlkästen, *coolers*, zur Abklärung, wodurch ein dem oben erwähnten ganz gleicher Schlamm sich abscheidet. Die klare Lauge wird nun gut gesotten, welches bald längere, bald kürzere Zeit dauert, je nachdem dieselbe reiner ist, oder viele fremde Salze enthält, denn je reiner sie ist, desto mehr kann sie concentrirt werden; man läßt die Lauge wieder klären und abkühlen, und bringt sie sodann zum Mehlmachen, *brevetage*, in die Rühr- (Schüttel)kästen, setzt ihr ein Kalisalz zu, (will man Ammoniakalaun bereiten, ein Antmoniakalz, meist aber auch etwas Kalisalz) und befördert durch fleißiges Umrüh-

mit die Erzeugung von Alaun, der sich als ein körniges Mehl schlägt, Alaunmehl, denn die Lauge enthält nur schwache Theile von demselben noch ein schwaches Alkali zur Erzeugung von Alaun.

Die Kalialaun, welche man hierzu anwendet, sind: böhmisches (Holzschmelzlaug, rohe Pottasche), schwefels. Kali, (der Rückstand des Scheidewasserbrennereien, Fabriken von engl. Schwefelsäure), Kali, (Unterlaug, Seifensiederflüssigkeit, welche auch sehr Natron enthält, böhmisches Kali), in England Kelp, welcher viele Kalialaun enthält. Man rechnet auf 100 Theile schwefels. Kali von Scheidewasser sein 450, von den Bleikisten 60 bis 100 Theile Alaun. Die Waage theile von der Natur der Rohlaug, theile vom Preis der Rohlaug hängt. Schwefels. Kali wendet man ein höchstens an, böhmisches Kali nur bei Ueberschuß an Schwefelsäure in der Lauge gebraucht, sonst schlägt es Eisenoxyd und Thonerde mit dem Alaunstein nieder. Kali setzt eine genügende Menge noch enthalten schwefels. Eisenoxyds voraus, denn durch letzteres wird man erkennen, daß es die selbe Wahlverwandtschaft, schwefels. Kali und Chlorschwefel bildet, welches letztere in der Mutterlaug bleibt. (Im Fall nicht böhmisches schwefels. Eisenoxyd zur Zersetzung des Seifensiederflüssigkeit wäre, so setzt man wohl Mutterlaug von Eisenvitriol hinzu.) Die Menge der hinzuzufügenden Präcipitirmittel bestimmt man nach der im 9ten gemachten Probe, und setzt sie in möglichst concentrirter Lösung das schwefels. Kali kochend heiß, der Rohlaug zu, je nach dem auch in fein gepulvertem Zustand allmählig hinzugesetzt. Dem gebildeten Alaun schwer löslich ist, die schwefels. Thonerde der weit leichter auflöst, so muß sich demnach der sich bildende Alaun durch stetes Umrühren, gestörte Krystallisation, in kleinen Krystallen scheiden, welches man deshalb bezweckt, damit der Alaun nicht wenig Mutterlaug aufnehmen, die ihn durch Eisengehalt verunreinigt.

Nachdem sich das Mehl abgesetzt, die Lauge geklärt, läßt man sie in den Sumpfkästen ab, sticht ersteres aus, und läßt es auf einer hölzernen Bühne etwas ablaufen, bringt es dann auf eine aus Brettern zusammengefügte schiefe Ebene, und wäscht es mittelst Brei und dünnen Wasserstroms, um alle anhängende Mutterlaug, beigemischte Eisensalztheile abzuspülen. Hierauf wird das gewaschene Mehl in kochendem Wasser in kleinen Pfannen aufgelöst, specif. Gewicht der Flüssigkeit 48 bis 50° B., die heiße Lauge in tiefe cylindrische, oder nische nach oben verjüngte, Fässer, welche zum Aneinanderstellen eingerichtet und mit vielen hölzernen Stäbchen im Innern versehen im Wassergefäße, (Wasser,) *Masse, cocks*, zur Krystallisation fällt, welche im Sommer schneller, im Winter langsamer erfolgt.

Alaun, Darstellung desselb. aus Alaunerde u. Alaunschiefer. 467

auf läßt man die Mutterlauge vom Wachs, (so nennt man die Krystalle) ab, zerschlägt die Gefäße, und die Alaunkrystalle, trocknet das Wachs und verwahrt es. Die Mutterlauge vom Mehl, vom Wachs werden theils für sich allein zugutegemacht, theils letztere der Rohlauge zugeschlagen, wovon weiter unten. — Hin und wieder löst man das Wachs nochmals auf, und läßt die Lauge von 25 bis 30° B. in kleinen regelmäßigen Krystallen anschließen; raffinirter Alaun, *Alun fin.*

[In Frankreich hat man auch den Gebrauch, die Rohlauge so dick einzudampfen, daß sie beim Erkalten gesteht, und in Klumpen geformt in den Handel zu bringen, unter dem Namen Magma. — Enthält die Rohlauge viel Eisenvitriol, so dampft man zum Krystallisationspunct desselben ein, und läßt dann in eignen Krystallisirgefäßen Eisenvitriol anschließen, welches nach einigen Tagen vollendet ist und nach Umständen nochmals wiederholt wird; dann erst wird die Alaunbildung vorgenommen. — Die Mutterlaugen sind nach Maßgabe der Mischung der Erze und der Natur der hinzugesetzten Präcipitirmittel sehr verschieden; sie enthalten schwefels. Eisenoxyd, Magnesia, Kalialaun, auch Natronalaun, (indem Seisensiederfluß auch Kochsalz enthielt), sodann auch Chloreisen, selbst Glaubersalz. Man benutzt sie verschiedentlich: 1) man scheidet noch etwas unreinen Alaun aus; 2) man gewinnt aus der Chloreisen und schwefels. Eisenoxyd enthaltenden Mutterlauge durchs Abdampfen zur Trockne und Glühen Braunroth, oder man setzt zu saurerreichen Lauge alt Eisen um Eisenvitriol zu bilden, den man krystallisiren läßt; hierdurch wird nämlich das in der Lauge vorhandne schwefels. Eisenoxyd in Oxydul umgebildet. 3) Man bedient sich der Mutterlauge zur Bildung von schwefels. Ammoniak durch Zusatz von Hirschhornsalz für die Salmiakfabrikation, oder zur Bereitung von Ammoniakalaun. 4) Auch Bittersalz gewinnt man aus magnesiahaltenden Erzen, (siehe oben beim Bittersalz S. 446 und beim Alaunschiefer weiter unten).]

4) Alaunschiefer, *Schiste pyriteux, S. alumineux, Schistus aluminaris*, von schiefrigem Gefüge, Bruch erdig, graulich-schwarz oder bläulich-schwarz, schimmernd, undurchsichtig; specif. Gewicht 2,3 bis 2,4. Er enthält nicht selten Versteinerungen in sich, so wie einen mehr oder minder reichen Gehalt an Schwefelkies, mitunter auch viel Bitumen; er ist deutlich geschichtet, von Quarzadern häufig durchzogen, und bildet Lager von bedeutender Mächtigkeit im neuern Thonschiefergebirge. Man findet ihn in Böhmen, Sachsen, am Harz, in Schweden und Norwegen, in England zu Witby, zu Hurlett bei Paisley, in den Niederlanden bei Lüttich, zu Sulzbach bei Duttweiler (Regbk. Trier), zu Velbert nächst Werden, Auroraalaunhütte, Alaunhütte von Siebel, Alaunhütte Gute Hoffnung bei Lintdorf, Klein - Umstand bei Essen (sämmtlich im Regbk. Düsseldorf.)

468 Alaun, Darstell. desselb. aus Alaunschiefer u. Steinkohlen.

Die Behandlung des Alaunschiefers ist ganz analog der der Alaunerde, nur mit dem Unterschied, daß erster stets geröstet wird, weil die feste, dichte Masse von der Luft nicht verändert wird, auch oft das Bitumen in solcher Menge vorhanden ist, daß es nothwendig zerstört werden muß. Das Rösten, *grillage*, wird also vorgenommen: man macht auf einer, mit Thon wasserdicht gestampften, Sohle ein Rostbett von Holz und stürzt darüber die Schiefer zu großen Rösthaufen, welche sehr lang aber schmal sind, man zündet an und läßt das Feuer langsam und gleichmäßig wirken; so bald dies eine Zeit lang geschehen, schichtet man wieder Holz auf und Schiefer, und führt so fort, bis 6, 8 solche Lagen übereinander liegen und der Rösthaufen eine beträchtliche Höhe erreicht hat. Um die Lauge, welche durch Regen aus dem Haufen ausgezogen wird, nicht zu verlieren, ist eine wasserdichte Grube mit Rinnen angebracht, in welche sich von der Sohle der Röststätte aus alle Flüssigkeiten hinbegeben. Bei diesem Röstprozeß ist eine zu starke Hitze stets nachtheilig, es wird dadurch die Menge der sich bildenden Schwefelsäure vermindert, wodurch nur basische Salze entstehn. Ist dies erfolgt, so wird das überrüstete Erz, (*cendres passées*) mit frischem Schiefer gemengt, und mehrmals umgeschaufelt. Es verdient bemerkt zu werden, daß durch das Kali des verbrannten Holzes etwas Kalialaun in der Rohlauge enthalten ist, den man gewöhnlich vor dem Zusatz von alkalischen Salzen durch Krystallisation abscheidet; wurden beim Rösten Steinkohlen angewendet, so enthält dann die Rohlauge Ammoniakalaun, da schwefels. Ammoniak durch die Steinkohlen sich bildete. Enthält der Alaunschiefer Magnesia, so erzeugt sich auch Bittersalz, welches, wie zu Garphyttan in Schweden und im Regbk. Düsseldorf auf dem Alaunwerk Klein-Umstand bei Essen u. a. a. O. mehr aus der Mutterlauge geschieden wird; es ist aber meistens unrein, und muß durch Umkrystallisiren gereinigt werden.

5) Aus Thon und Schwefelkies haltenden Steinkohlen. In Oberschlesien, (Mislowitz, Regbk. Oppeln), im Königreich Polen, und dem Gebiet von Krakau, Galizien, bedient man sich gewöhnlich des Grubenkleins oder der Staubkohlen von den dortigen mächtigen Steinkohlenflötzen, welche einen geringen Werth haben, zur Bereitung von Alaun, indem ihre Asche reich an Thonerde ist, und aus dem Schwefeleisen durchs Rösten sich Schwefelsäure erzeugt. Zu dem Ende werden diese kleinen Kohlen in große Halden aufgestürzt von 60 Fuß Länge, 10 F. Breite, 7 F. Höhe, und angezündet, wodurch zuerst die äußere Fläche verascht, sodann langsam auch das Innere; man kratzt die Asche ab, wodurch der Zutritt der Luft zum Innern erleichtert wird, welcher Prozeß 8 bis 12 Monat andauert. Es leuchtet ein, daß eine sorgfältige

Regierung des Feuers durchaus nöthwendig ist, aus Gründen, welche bereits oben erörtert worden sind; bei windigem Wetter muß die dem Wind zugekehrte Fläche mit abgelaugten Erzen bedeckt werden. Zur Sommerszeit besprengt man die Halden mit Wasser, wodurch theils die Verflüchtigung der Schwefelsäure aufgehalten, theils auch das Verbrennen der Kohlen im Innern begünstigt wird. Von 7 Tonnen kleiner Kohlen rechnet man 1 Tonne Asche, hieraus $\frac{1}{4}$ Centner Alaun.

Die Aschenkrusten werden alle Wochen, oder 2 Wochen, mit Krücken abgeräumt, und als Alaunerze dem Auslaugeprozeß unterworfen. Man bedient sich hiezu Laugekästen oder Tonnen, welche mit Tannenreisern zur Hälfte gefüllt und diese mit Asche beschüttet werden, gießt dann kochendes Wasser auf, und zapft die Lauge nach einigen Stunden ab.

[Da nämlich das Brennmaterial dort sehr wohlfeil, so kann man heißes Wasser zum Auslaugen gebrauchen, welches in eisernen Kesseln erwärmt und mittelst Pumpen und Rinnen auf die Laugefässer geleitet wird. Die ausgelaugte Asche dient zum Bedecken der brennenden Halden, wodurch sie selbst wieder auslaugbar wird, vermöge der Schwefelsäure die sie aus jenen aufnimmt, oder man läßt sie auch halberschöpft über wasserdichten Sohlen in kleine Haufen aufstürzen und an der Luft liegen, wodurch eine Verwitterung, Oxydation eintritt, die sie nach einiger Zeit auslaugewürdig macht. Zum Versieden wendet man eiserne, nicht bleierne, Pfannen an; die Rohlauge enthält Ammoniakalaun. — *Hollander*, in *Kastner's Archiv für die gesammte Naturlehre*, Bd. 13. S. 275.]

6) Man verfertigt endlich auch Alaun aus Thon und Schwefelsäure, auf verschiedene Weise, welchen Alaun man in Frankreich *Alun de toutes pièces* nennt. Die ersten, welche auf diese Art Alaun fabricirten waren *Alban* zu Javelle bei Paris, *Chaptal* zu Montpellier; seit jener Zeit sind mannichfaltige Verbesserungen in diesem Zweig der Industrie gemacht worden. Man wählt einen Thon aus, welcher möglichst wenig Kalk und Eisenoxyd enthält, weil diese einen Theil der Schwefelsäure verzehren. Der Thon wird in Flammöfen geglüht, dann durch vertikale Mühlsteine zerrieben, gesiebt: je feiner die Pulverung, desto besser gelingt die Auflösung in der Schwefelsäure. Man wendet deshalb calcinirten Thon an, weil dieser die Säure leichter annimmt, als der feuchte Thon, und überhaupt auch feiner zu zertheilen ist, das Eisenoxyd nach dem Glühen von Schwefelsäure nicht aufgelöst wird; jedoch darf der Hitzegrad bei der Glühung nicht zu groß sein, weil sonst durch anfangende Zusammensinterung die Verwandtschaft der Säure zum Thon vermindert wird. Das Calciniren geschieht bei demselben Feuer, welches die Siedepfannen heizt. 100 Theile dieses gebrannten und fein

gemahlten Thons werden mit 45 Theilen Schwefelsäure aus den Bleikästen von 45° B. (1,45) in einem steinernen Behälter, welcher oben überwölbt ist, vermengt; über der Oberfläche dieses Behälters streicht unter dem Gewölbe die heisse Luft und der Rauch vom Flammofen, welcher vorher noch 2 Abdampfsannen geheizt hat, hinweg, und erwärmt dadurch die Mischung bis zu 70°. Hiedurch verdickt sich nach und nach das Gemeng, so daß es aus dem Behälter ausgestochen und in einem warmen und feuchten Lokal in Haufen aufgeworfen werden kann. Diese müssen wenigstens einen Monat ruhen, ehe man sie auslaugt, je länger, desto besser.

[Man versuchte auch schwefels. Thonerde auf die Art darzustellen, daß man Thon mit Säure von 5 bis 6° B. anrührte, in die Bleikästen eintrug, und damit den Boden derselben 6 bis 7 Zoll hoch bedeckte; nach jedem Abbrennen von Schwefel und Salpeter wendete man beim Lüften des Apparats die Masse, und ließ sie so lange im Kasten, bis eine zur Erzeugung von 40° B. starken Schwefelsäure hinlängliche Portion des Gemischs verbraunt worden war.]

Die so behandelte schwefelsaure Thonerde, *pâte alumineuse*, wird ausgelaugt; man erhält durch das öftere Aufschütten von Wasser viel schwache Laugen, *petits eaux*, welche stark abgedampft werden müssen. Sämmtliche Rohlaugen werden bis 20° B. abgedampft, dann in Kühlkästen geleitet, nach dem Klären abgelassen, und auf 25° B. gebracht, wenn schwefels. Ammoniak, und auf 40° B., wenn schwefels. Kali zugesetzt werden soll um Mehl zu machen; alles übrige Verfahren ist mit obigem gleich.

[Man hat auch Thon mit Pottasche gemengt, das Gemeng calcinirt, und fein gemahlen mit schwacher Schwefelsäure aufgelöst; hierdurch entsteht gebildeter Alaun, den man krystallisirt, wieder auflöst und durchs Umkrystallisiren reinigt.

Curaudau lehrte 5 Theile Schwefelpulver, 2 Th. Salpeter, 5 Th. schwefels. Kali mit 100 Th. getrockneten Thon mengen, mit Wasser daraus Kuchen formen, welche getrocknet in einem Flammofen 24 Stunden lang der Rothglühhitze ausgesetzt werden. Darauf wird der Thon gepulvert, und mit 15% concentrirter Schwefelsäure gemengt, und nach und nach 50 Th. Wasser unter Umrühren zugesetzt; ist die Auflösung erfolgt, so laugt man mit Wasser vollends aus, dampft die Laugen ein und gewinnt Alaunkrystalle, etc. (*Brevets d'invention Tom. 8. p. 140.*) — Ueber Alaun siehe überhaupt noch den betreffenden Artikel im D. z. Tome I. p. 359. — Neuerdings ist von *Sprengel* vorgeschlagen worden Kalialaun aus geschlemmten Feldspath und conc. Schwefelsäure durch warme Digestion darzustellen. — E. J. Bd. 8. S. 220.

II. Natronalaun, schwefelsaures Thonerde-Natron, Sul-

sate d'Alumine et de Soude, S. of A. and Soda, kommt in einer Höhle auf der Insel Milo vor und wird im Kleinen dadurch erhalten, daß man zur Auflösung von schwefels. Thonerde Glaubersalz hinzusetzt, oder Kochsalz, wenn freie Säure vorwaltet. Die Auflösung wird nur mäßig abgedampft und es krystallisirt allmählig bei 20° der Natronalaun. Es bildet sich solcher auch als Nebenproduct auf den Alaunwerken, wenn man zum Mehlmachen Seifensiederflus anwendet, welcher neben dem Chlorkalium auch Chlornatrium enthält; Natronalaun findet sich in der Alaunmutterlauge, und läßt sich aus derselben durch gelindes Abdampfen scheiden. Es scheint aber eine besonders eingerichtete Production des Natronalauns, wegen des erforderlichen gelinden Abdampfens, nicht sehr rathlich.]

III. Ammoniakalaun, schwefelsaures Thonerde-Ammoniak, *Sulfate d'Alumine et d'Ammoniaque, S. of Al. and Ammoniac*, kommt in Böhmen gebildet vor, in einem Braunkohlenlager bei Tschernig, zwischen Kaden und Kommutau, im Thal der Eger; dieser krystallinische Alaun, von grauweißer Farbe, bricht dort in Gangräumen, fettglänzend, Bruch strahlig, halb durchsichtig, specif. Gewicht 1,56. Man fand denselben 1816, und benutzte die mit Alaun durchdrungenen Braunkohlen auf eine bereits oben Seite 468 genau erörterte Weise, indem man dieselben auf Halden stürzt, entzündet, und dann noch zur Verwitterung der Luft auslegt. Hiedurch bildet sich Ammoniakalaun, jedoch ist das erzeugte schwefels. Ammoniak zur Alaunzeugung der vorhandnen schwefels. Thonerde nicht ausreichend, weshalb man zum Mehlmachen Seifensiederflus zusetzt, wodurch also Kali- und Ammoniakalaun gleichzeitig entstehen; die Mutterlauge enthält außer Eisenvitriol auch Bittersalz.

Ammoniakalaun verfertigt man besonders in Frankreich, den Niederlanden, England, indem man zur Alaunrohlauge theils köhlens. Ammoniak, — Hirschhorngest, gefaulten Urin, — theils schwefels. Ammon. hinzusetzt, aus Hirschhornsalz gebildet, auch durch trockne Destillation von Steinkohlen bei der Gasbeleuchtung gewonnen. Bei uns ist diese Bereitungsweise nicht so gewöhnlich. 100 Theile schwefels. Ammoniak erzeugen 600 Th. Alaun; man kann zu dem Ende die Rohlauge bis zu 25° B. abdampfen, weil das hinzuzusetzende Präcipitirmittel leicht auflöslich ist, also nur wenig Wasser zu seiner Auflösung bedarf, wodurch die Laugenmenge nicht beträchtlich vermehrt wird. — Meistens enthalten alle Ammoniakalaunsorten gleichzeitig auch Kalialaun, weil man wegen des höhern Preises des Ammoniaksalzes Kalisalz mit zusetzt, gewöhnlich $\frac{1}{3}$.

Reinigung des Alauns. Da fast alle Sorten Alaun mehr oder weniger schwefels. Eisenoxyd enthalten, z. B. der römische 0,0005, der

lätlicher 0,001; der von Javelle 1,0008; der englische 0,0012; eisenfrei war der neapolitanische; und fast gänzlich der Freienwalder, so ist es wichtig, besonders für die Anwendung desselben in der Färberei und Kattundruckerei bei lichten, delikaten Farben, wo der Gehalt an Eisen stumpfe Farben bedingt, den Alaun zu reinigen. Dies geschieht am besten durch Umkrystallisiren und gestörte Krystallisation. Die Prüfung des Alauns auf einen Gehalt an Eisen geschieht mit einer Auflösung von blausauren Eisenkali; bläut sich die Flüssigkeit nicht sogleich, sondern erst nach 1 bis 2 Stunden, so ist der fragliche Alaun eben so rein, als der römische; ist aber selbst nach 24 Stunden keine Bläunung in der Flüssigkeit zu sehen, so ist der Alaun reiner, als der römische.

[Im preussischen Staat wurden im Jahre 1828 31,888½ Centner Alaun verfertigt, wovon die größere Hälfte allein in den Alaunwerken der Rheinprovinzen, und $\frac{1}{2}$ in Freienwalde. Die Ausfuhr an Alaun betrug 1828 5,367 Centner.]

Der Kalialaun krystallisirt mit 45,5½ Wasser verbunden in farblosen, durchsichtigen Oktaëdern, deren Kanten und Ecken nicht selten abgestumpft sind, ist geruchlos, schmeckt süßlich, herb, zusammenziehend, löst sich bei 12,5° in 13,3, bei 87,5° in 0,6 Theilen Wasser auf, die Auflösung reagirt sauer, specif. Gewicht der concentrirtesten 1,0465. Er verwittert an der Luft, schmilzt in der Wärme, verliert sein chemisch gebundnes Wasser, bläht sich auf und liefert eine schwammige, weisse Masse, gebrannten Alaun, *Alun calciné*, *calcined Alum*, welcher sich in Wasser nur sehr langsam wieder auflöst. In höherer Hitze entweicht Schwefelsäure und es bleibt Thonerde gemengt mit schwefels. Kali zurück. Er besteht aus: 9,94 Kali, 10,82 Thonerde, 33,77 Schwefels., 45,47 Wasser. — Natronalaun kommt in Krystallform dem Kalialaun vollkommen gleich, er verwittert aber sehr stark, (wegen des schwefels. Natrons), löst sich in 2,14 Wasser von 13° auf, specif. Gewicht der concentrirtesten Auflösung 1,296; er besteht aus: 6,55 Natron, 10,77 Thonerde, 33,62 Schwefels., 49,06 W. — Ammoniakalaun krystallisirt in regelmäßigen Oktaëdern, verwittert nicht mehr als der Kalialaun, löst sich nicht viel leichter auf als dieser, schmeckt und reagirt gleich, er unterscheidet sich aber durch folgende Eigenthümlichkeiten: er läßt beim Erhitzen Ammoniak und Schwefelsäure entweichen, hinterläßt Thonerde (siehe oben Seite 457), er entbindet Ammoniak beim Behandeln mit ätzenden Alkalien und Erden. Er besteht aus: 3,79 Ammon., 11,35 Thonerde, 35,42 Schwefels., 49,44 Wasser.

Man bedient sich des Alauns um Thonerdehydrat und vielerlei Thonerdepräparate darzustellen, man gebraucht ihn in der Färberei, Kattun-

Alaun, Benutzung desselben, Pyrophor, kubischer Alaun. 473

druckerei theils an sich als Beizmittel; theils auch zur Gewinnung von essigs. (salzs.) Thonerde, von so genannten kubischen oder neutralen Alaun, in der Türkischrothfärberei; zur Bereitung von Lackfarben, in der Weißgerberei, zum Leimen des Papiers, zum Planiren, zum Klären, (zum Brodbacken in England, er soll das Waizenbrod weißer machen, ist aber unstreitig nachtheilig für die Gesundheit), zur Bereitung von feuersichern Anstrichen auf Gewebe, Holzwerk etc., zum Reinigen des Fetts, Talgs, in der Medicin etc.

[*Homborg's Pyrophor.* Wenn man 3 Theile Alaunpulver und 1 Theil Mehl, oder Kienrufs, gemengt calcinirt, so erhält man eine schwarze kohlige Masse, welche in gut verschlossnen Gefäßen aufbewahrt, ziemlich lange die Eigenschaft behält, beim Zutritt der Luft sich zu entzünden, jedoch muß die Luft etwas Wasserdampf enthalten, denn völlig trockne wirkt nicht also, wohl aber Sauerstoffgas. Durch die Calcination hat sich Schwefelkalium gebildet, welches das eigentlich pyrophorische mit dem fein zertheilten Kohlenstoff ausmacht, denn es ist erwiesen, daß schwefels. Thonerde ohne schwefels. Kali keinen Pyrophorus giebt, eben so wenig schwefels. Baryt, wohl aber schwefels. Kali, schwefels. Natron mit Rufs geglüht. Die Erscheinung ist ganz analog mit der bereits oben Seite 93 erwähnten, daß durch Wasserstoffgas frisch reducirtes Eisen, so auch Platin mit Kohlenstaub gemengt, sich an der Luft entzünden. Hier condensirt die Kohle Wasserdampf und Luft, wodurch das höchst fein zertheilte Schwefelkalium sich schnell oxydirt, erhitzt.]

$\frac{2}{3}$ schwefelsaures Thonerde-Kali, kubischer Alaun (neutraler Alaun). Man erhält dieses Salz dadurch, daß man zu einer Auflösung des Alauns so lange kohlen. Kali hinzusetzt, bis sich Thonerdehydrat anfängt abzuscheiden, ohne sich wieder zu einer klaren Flüssigkeit aufzulösen. Es entsteht hiedurch noch einmal so viel schwefels. Kali, als schon im Alaun vorhanden, und $\frac{2}{3}$ schwefels. Thonerde die Flüssigkeit krystallisirt in Würfeln, wird in der Färberei und Katundruckerei theils an sich als Beizmittel gebraucht, indem es vor gewöhnlichem Alaun voraus hat, daß es durch keine saure Reaction die Farbentöne ändert, was erster zu thun pflegt, theils und besonders zur Bereitung der essigs. Thonerde mittelst Bleizucker, um dieselbe recht thonerdereich zu erzeugen. Auch durch zerfallnen Kalk kann man Alaun in dieses Salz umwandeln, und zwar durchs Kochen. Dieselbe Verbindung erhält man auch dadurch, daß man frisch gefälltes Thonerdehydrat mit einer Alaunauflösung digerirt, oder auch $\frac{2}{3}$ schwefels. Thonerde-Kali; nur ist in diesen Fällen nicht ebenso viel schwefels. Kali dabei, wie im erstern, es sei denn, daß etwas schwefels.

474 Phosphors., boraxs., chlorigs., salpeters., kiesel. Thonerde.

Kali noch besonders hinzugehen würde. — In wiefern der steinh. Alaun hierher gehört, siehe vorn Seite 462.

[$\frac{1}{2}$ schwefels. Thonerde-Kali, *Alun sulfuré du commerce*, wird man durchs Kochen einer Alaunauflösung mit Thonerdehydrat: ein weißes, geschmackloses, erdiges Pulver, in Wasser unlöslich — In der Auflösung des römischen Alauns scheidet sich in der Wärme ein solches Salz ab; es besteht aus: 10,82 Kali, 33,17 Thonerde, 33,17 Schwefels., 17,82 W. — Phosphorsaure Thonerde, *Phosphate d'Alumine*, *Ph. of Al.*, ein weißes, geschmackloses, in Wasser unlösliches Pulver, welches in der Hitze zu einer porzellanartigen Masse fließt, besteht aus: 32,5 Thonerde und 67,5 Phosphors. Sie löst sich in Phosphorsäure zu einem sauren Salz auf, welches abgedampft ein gummiartige, zerfließende Masse bildet, die im Feuer zu einem farblosen, durchsichtigen Glas schmilzt.

Halb phosphors. Thonerde kommt mit Fluoraluminium gemeinlich als Vawellit vor, kann auch künstlich erhalten werden; $\frac{1}{2}$ phosphors. Thonerde + neutral. phosphors. Lithion, Amblygonit; $\frac{1}{2}$ phosphors. Thonerde + $\frac{1}{2}$ phosphors. Magnesia und Eimerysil, Laualith, (Türkis, Kalat gehört auch hierher). Phosphors-Thonerde-Ammoniak ist in erdiger Form in einer vulkanischen Höhle auf der Insel Bourbon gefunden worden. — Boraxsaure Thonerde, *Borate d'Alumine*, *B. of Al.*, in Wasser unlöslich, löst sich mit etwas Boraxsäure im Ueberschuß behandelt leicht in Wasser auf, zerfließt, verglast in der Hitze.

Chlorigsäure Thonerde scheint nicht zu bestehen; man hat nur angegeben, eine Alaunauflösung durch eine Auflösung von chlorig. Kalk zu versetzen, allein es erzeugt sich nur saurer chlorig. Kalk, Gyps fällt nieder nebst basisch schwefels. Thonerde-Kali. Thonerdehydrat mit Chlorgas behandelt giebt theils saure, theils chlors. Thonerde. — Salpetersaure Thonerde, *Nitrate d'Alumine*, *N. of A.*, auf directem Weg, krystallisirt durch langsames Abdampfen in kleinen Blasen, durch schnelles Eindunsten wird sie gummiartig, schmeckt sauer, zusammenziehend, löst sich in Wasser und Alkohol leicht auf, zerfließt in der Luft, besteht aus: 24 Thonerde und 76 Salpeters.]

Kieselsaure Thonerde, *Silicate d'Alumine*, *S. of A.*, kommt in ungemein vielen Fossilien vor, in mannichfaltigen Verbindungen. Neutrale kiesel. Thonerde findet sich in allen feuerfesten Thonarten wie z. B. in dem von Brierleyhill unfern Stourbridge in Staffordshire, von Rouen, von den Steinkohlengruben von Högenäs in Schweden. Sie gehört auch die Porzellanerde von Aus bei Schneeberg herher, jedoch sind die Porzellanerden in ihrer Mischung nicht constant. (Ueber die wichtigsten Thonarten, Walkererde weiter unten.) — $\frac{1}{2}$ kiesel. Thonerde Cyunit (*Diathénos*), sehr hart.

Kieselsaures Thonerde-Kali, Feldspath, Felspath, Felspar, (Petuntze der Chinesen), kommt in der Natur ziemlich häufig vor, theils krystallisirt, theils, und zwar weit häufiger, in krystallinischen Massen, derb und eingesprengt (in Granit), Bruch uneben ins Splittrige, durchscheinend, Perlmutterglanz, zum Theil dem Glasglanz nahe stehend, von weißer, grauer, rother, grüner Farbe. Er findet sich auf Lagern und Gängen, bildet einen wesentlichen Gemengtheil der Granite, Gneise, Syenite, Diorit, Dolerit u. a. m.; sein Vorkommen ist weit verbreitet. Man bezieht ihn bei uns aus Schlesien von Schreiberhau, von Lomnitz zwischen Hirschberg und Schmiedeberg. — Glasiger F., in Trachyt, Laven, Bimsstein eingewachsne Krystalle, im Drachenfels im Siebengebirge etc. — Feldstein, dichter Feldspath, *Petrosilex, compacte Felspar*, derb, durchscheinend an den Kanten, splittrig im Bruch, meist glanzlos, weiß, grau, roth, grünlich, kommt theils für sich vor, theils als Gemengtheil im Gabbro, Grünstein, Feldsteinsporphyr; am Harz, im Erzgebirge, Schweden, Schottland. — Benutzung des Feldspaths, hauptsächlich als Zusatz zu den Porzellanmassen, als Flussmittel, *fondant*, um das Zusammensintern zu bewirken, zur Glasur von Porzellan, Steingut, indem derselbe zu einem weißen Glas im Feuer schmilzt; zur Glasfabrikation. Nach *Fuchs* kann man aus Feldspath Kali, nach *Sprengel* Alaun gewinnen.

[**Kieselsaures Thonerde-Natron, Albit**, verhält sich völlig wie der gewöhnliche Feldspath. — Kiesels. Thonerde + doppelt kiesels. Lithion, Petalit; hierher auch der Spodumen. Hier reiht sich auch der Lasurstein, *Lapis Lazuli*, an, welcher derb vorkommt, von feinkörnigem Bruch, wenig glänzend, lasurblau, mit eingesprengten Schwefelkiespunkten. Man findet ihn auf Gängen im ältern Gebirge, in Sibirien am Baikalsee, in der kleinen Bucharei, besonders in China. Er besteht aus Kieselerde 35,8, Thonerde 34,8, Natron 23,2, Schwefel 3,1, kohlens. Kalk 3,1. Man benutzt ihn nicht allein als Zierstein, sondern auch zur Bereitung des Ultramarins, *Outremer*, einer vortrefflichen ächten blauen Farbe für die Oelmalerei und Lackirkunst. Man erhitzt ihn bis zum Rothglühen und löscht in Wasser ab, pulvert aufs feinste, und unterwirft ihn einem Schlemmprozess, wodurch das zarteste und feurigste Pigment zuerst, dann die lichtern Tinten erhalten werden. Zu dem Ende bereitet man eine Harzmasse, *Ciment*, mit welchem man das zarte Pulver zusammenknetet; dieses harzige Gemisch wird dann unter kaltem Wasser geknetet, wodurch die feinsten Farbtheile sich dem Wasser beimengen. (Das Detail im D. t. Tom. III. p. 225.)

Man hat in neuester Zeit künstlichen Ultramarin gefertigt, und *Gmelin* *) hat eine Anweisung zur Darstellung bekannt gemacht. Man nimmt

*) P. A. Bd. 14. S. 363.

476 Ultramarin, Thonarten, allgem. Eigenschaften derselben.

Kiesel- und Thonerdehydrat, Aetznatronlauge und Schwefel, dampft ab, setzt kohlens. Natron und Schwefel hinzu, und schmilzt die trockne Masse in einem Tiegel, wobei der Sauerstoff der Luft nothwendig Zutritt haben muß, soll die Farbe gehörig blau werden. Daß diese Farbe vom Schwefel herrührt, und nicht von irgend einem andern färbenden Metalloxyd, ist sicher, aber in welchem Zustand der Schwefel dieses bewirkt, ist noch nicht enträthelt. Guimet in Frankreich fertigt sehr schönen Ultramarin, aber zu hohen Preisen.

Die Thonerde giebt selbst auch mit Basen Verbindungen, welche man Aluminate, thonsaure Salze nennt, vergleiche oben Seite 458; z. B. doppelt thons. Magnesia, Spinell, doppelt thons. Eisenoxyd + doppelt thons. Magnesia, Pleonast (mit Blei- und Zinkoxyd, siehe bei diesen). Thons. Beryllerde + kiesel. Thonerde, Cymophan.]

Ueber Thonarten, deren Vorkommen, Eigenschaften, Benützung zu verschiedenen Zwecken der Industrie.

Die verschiednen in den Gewerben so nützlich angewendeten unentbehrlichen Thonarten gehören nicht unter die primitiven Gebilde unsers Erdkörpers, sondern unter die secundären, durch Zerstörung anderer entstandnen, es ist daher auch unmöglich, die charakteristischen Kennzeichen derselben im Allgemeinen und im Speciellen genau anzugeben, da so unzählig viele Uebergänge und Varietäten existiren, und überhaupt in einer Grube oftmals verschiedene Lagen nicht mit einander übereinstimmen.

Die Thonarten kommen in folgenden Eigenschaften mit einander überein: 1) sie lassen sich in Wasser zertheilen, und bilden damit eine fettige, zähe Masse, die knet- und formbar ist (jedoch in verschiedenen Graden). 2) Sie werden durchs Trocknen fester, werden in einem passenden Feuersgrad mehr oder minder hart, selbst bis zum Feuer schlagen an einem Stahl; in diesem Zustand lassen sie sich nicht mehr mit Wasser vermengen. An sich sind die Thonarten unschmelzbar, so wie aber fremde erdige Beimischungen sich in ihnen finden, z. B. kohlensaurer Kalk, Eisenoxyd, so werden sie bald leichter bald schwerer schmelzbar. Die Thonarten schwinden im Feuer, und zwar sehr verschieden, indem sie ihr Wasser verlieren, und die ungleichartigen Theilchen einander näher rücken; sie saugen alle begierig Wasser an, weshalb sie auch sich an die feuchte Zunge hängen; unreine, ockerenthaltende, Thonarten geben einen eignen unangenehmen Geruch von sich, wenn sie angehaucht werden. — Die unreinen Thonarten enthalten überschüssige Kieselerde (Sand), wodurch ihre Bildsamkeit, Zähigkeit vermindert wird; Eisenoxyd, dieses bedingt Färbung, sowohl im ungebraunten, als gebrannten Zustand, und macht auch die Masse leichter schmelzend; Schwefelkies (geschwefeltes Eisen), dieses bedingt durch

Zerfallen wegen Gehalt an Eisenoxyd, macht Risse, Borsten; kohlen. bedingt bedeutende Schmelzbarkeit; Magnesia eine besondere Fettigkeit, keineswegs aber Schmelzbarkeit; Ueberreste zerstörten Pflanzentheilen bedingen beim Verbrennen leere Räume, Borsten.

„Argiart“*) theilt die Thonarten ein, in 1) feuerfeste, *Argiles pyres, fire clay*, 2) schmelzbare, *A. fusibles*, 3) brausende (kohlen. Kalk enthaltende), *A. effervescentes*, 4) ockrige, *A. ocreuses*.

I. Feuerfeste Thonarten sind in keinem Ofenfeuer zu schmelzen, schwinden beträchtlich beim Brennen, sind mitunter wenig bindend; sie enthalten entweder keinen oder äußerst wenig kohlen. Kalk und Eisenoxyd, woher es kommt, daß sie sich weiß brennen. Man wendet solche Thonarten zur Verfertigung von Porzellan, Steingut, Steinzeug an. Man rechnet hieher folgende:

1) Kaolin, Porzellanerde, *Terre à porcelaine, Porcelain-clay, China clay*, eine nach der Meinung der Mineralogen aus Feldspath durch Zersetzung entstandne Masse; sie ist erdig, zerreiblich, mager anfühlen, weiß, auch röthlich, grauweiß etc., findet sich im Urgebirge auf Lagern und in einzelnen größern Particen im Granit, zum Theil mit Quarz und Glimmerkrystallen, welche auf die Entstehungsart des Kaolins aus Feldspath, und dem Feldspath sehr nahe verwandten Fossilien (Porzellanspath) hindeuten. Man findet ihn zu Aue bei Schneeberg, (das Lager ist erschöpft), zu Sedlitz bei Meissen, bei Morl im Saalkreis unweit Halle, (Sennewitzer, Sebner Porzellanerde, der Porphyrfornation angehörig, zu Beidersee); zu Strebel am Fuße des Zobtenbergs in Schlesien; im bayerischen Landgericht Wegscheid im Unterdonaukreis zu Oberzell und Diendorf unweit Passau; zu St. Yrieix-la-perche, 6 Meilen von Limoges (Kaolin de Limoges), zu Epieux bei Cherbourg, zu Alençon; in Cornwall bei St. Austle (*cornish clay, china clay*), zu Tregoneinghill bei Helstone, ein feldspathreicher veränderter und aufgekater Granit (*china stone, cornish stone*, ein wenig Quarz enthaltender Granit, dessen Feldspath in Porzellanerde übergegangen, welcher aber immer noch ziemlich viel kiesels. Kali enthält, um zur Glasur angewendet werden zu können); in China, Japan.

*) Dictionnaire des sciences naturelles Tom. III. „Argile“. — D. t. Tom. XVII. „Poteries.“

{ Analysen einiger Porzellanerden.

	von Aue	von Passau	von St. Yrieux
Kieselerde	46	45,06	44,8
Thonerde	30	32,09	37,3
Kalk	—	0,74	—
Eisenoxyd	0,25	0,90	—
Kali	—	—	2,5
Wasser	14,50	18,00	13,0
	99,75	96,76	96,6]

2) Plastischer Thon, *Argile plastique*, *plastic clay*, Pfeifenthon, *Terre à pipes*, *pipe clay* (Porzellan-, Steingut- Kapselthon), sehr zähe, bildsam, brennt sich fest, und ist im Porzellanfeuer unschmelzbar; einige Sorten brennen sich roth, andere nicht. Er besteht aus Kieselerde und sehr wenig Eisenoxyd.

Im Königreich Preußen finden sich solche Thonarten im Regbk. Coblenz zu Vallendar, von wo aus die Steingutfabriken von Metlach bei Saarbrücken und Wallerfangen u. a. m. ihren Thon beziehen, vieler geht auch ins Ausland, nach den Niederlanden und Frankreich. Im Regbk. Cöln, in der Nähe der Stadt, und in den Umgebungen des Laacher Sees, an mehreren Punkten; man nennt diesen weissen Thon auch gewöhnlich Cölnischen Pfeifenthon, er wird zu verschiedenem, Steingut, Pfeifen etc. verbraucht, und häufig ins Ausland verkauft (im Jahr 1827 23,532 Centner). Im Regbk. Merseburg wird unweit Halle in der Grafschaft Mannsfeld, auf dem linken Ufer der Saale, bei den Dörfern Bennstädt, Kapselthon, bei Niederleben, besonders zu Salzminde feuerfester Pfeifenthon gegraben, welcher von den Steingutfabriken zu Berlin, Rheinsberg, Magdeburg, Althaldensleben verbraucht wird, zu Beierssee ein für die Porzellanfabrikation brauchbarer Thon; zu Belgern a. d. Elbe ein feuerfester Thon für Steinzeug, desgleichen zu Hohenleipsa u. a. a. O. mehr. Regbk. Liegnitz zu Tillendorf bei Bunzlau, welcher zu dem bekannten Bunzlauer Geschirr verarbeitet wird, zu Muskau, Freystadt. Bei Gefell im Hennebergischen, Regbk. Erfurt, findet sich eine zur Steingutfabrikation brauchbare Sorte Pfeifenthon. Regbk. Oppeln zu Ruda bei Beuthen, rother und weisser feuerfester Thon für die Muffeln zur Zinkdestillation, Kattowitz bei Königshütte, auch grauer, Lissek bei Ratibor, Proskau nächst Oppeln (Steingutgeschirr). Regbk. Trier, bei Marmagen findet sich eine Art Thon, Lenzin genannt, theils opalartig durchscheinend, theils thonartig undurchsichtig; erster ist milchweiss, von flachmuschligem Bruch, letzter mehr erdig, specif. Gewicht 1,8 bis 2,0. Erster besteht aus 37,5 Kieselerde, 37,5 Thonerde, 25 Wasser, Kalk eine Spur; letzter aus 39,0 K., 65,5 Th., 25,0 W., Kalk

0,5. Nach angestellten Versuchen ist dieses Fossil für die Porzellanfabrikation nicht anwendbar, die Masse mit Feldspath versetzt und gehörig glasirt war gelblich, nicht genug durchscheinend; für Steingutfabriken dürfte es brauchbar sein. — Man findet feuerfesten plastischen Thon in England in Devonshire, den man in den Potteries von Staffordshire, in Northumberland verarbeitet; er ist grau, brennt sich aber weiß. Von ähnlicher Beschaffenheit ist der Thon von Cornwallis, der Insel Wight, Dorsetshire. Eine eigne Art findet man bei Coalbrookdale in Shropshire, von dunkelgrauer, fast schwarzer Farbe, welcher völlig feuerbeständig, zu Kapseln verbraucht wird; er muß aber lange an der Luft liegen, um das Bitumen, welches er enthält, zu verlieren, und zur fernern Verarbeitung geschickt zu werden. Auch der bei Brierleyhill, unfern Stourbrigde, sich findende Thon gehört hieher (siehe oben), der von Merthyr-Thydwil in Südwaes. — In Frankreich findet man besonders zu Abondant bei Dreux, zu Houdan einen feuerfesten Kapselthon, zu Maubeuge, Montereau, zu Forges-les-Eaux u. a. a. O. zur Fabrikation von Steingut, Fayence, Steinzeug, Porzellankapseln angewendet. — Im Königreich Sachsen zu Hubertusburg, Kolditz (am erstern Ort besteht eine Steingutfabrik), in den sächsischen Herzogthümern, auf dem Thüringer Wald, in Kurhessen zu Groß-Almerode, (berühmte Schmelztiegel etc.) am Meisner; im Königreich Böhmen*) im Bunzlauer und Leitmeritzer Kreis.

[3) Kollyrit, in derben Massen, im Sandstein, im Porphyr auf Gängen, bei Weißenfels (Regbk. Merseburg), in Ungarn, dieser enthält 45 Thonerde, 14 Kieselerde, 42 Wasser. — 4) Cimolit (*creta cimolia*), eine derbe, erdige Masse, graulichweiß, wird an der Luft allmählig röthlich, specif. Gewicht 2,0 bis 2,18, findet sich auf der Insel Argintiera (dem alten Cimolis) nächst Milo, und wird von den Bewohnern der Insel zum Reinigen und Entsetzen von Kleidern, zum Waschen gebraucht, besteht aus: 26,5 Thonerde, 54,0 Kieselerde, 1,5 Eisenoxyd, 5,5 Kali, 12,0 Wasser. — 5) Steinmark, *Lithomarge*, *Möelle de pierre*, (*Terra miraculosa Saxoniae*), theils in Austerkrystallen, theils derb, Bruch groß- und flachmuschlig, matt, grau, roth von Farbe, fleckig und streifig, specif. Gewicht 2,2 bis 4,9, fettig anzufühlen; findet sich im primitiven Gebirg, in Mandelstein-Porphyr, Grauwacke, Gangtrümmer füllend. — 6) Leichter Thon, ein ganz besonderes Gebild, schwimmt auf Wasser, so lange er nicht Wasser angesogen hat, giebt ein sehr feines, hartes Pulver, zum Putzen von Silber sehr geeignet, gleich dem Tripel, zerfällt im Wasser fast

*) Eine Aufzählung der Fundörter von Porzellanthon im Königreich Böhmen siehe in dem J. d. k. k. p. J. Bd. 7. S. 66.

gar nicht, schmilzt nicht im Porzellansfeuer, zieht sich um 0,23 zusammen, erhält große Härte und Dichtigkeit. Man hat solchen Thon zu Santa-Fiora in dem Gebiet von Siena, im Großherzogthum Toskana, gefunden, von aschgrauer Farbe, er bestand aus: 55 Kieselerde, 15 Magnesia, 14 Wasser, 12 Thonerde, 3 Kalk, 1 Eisenoxyd; man hat ihn zur Fabrikation schwimmender Ziegel, *briques flottantes*, verwendet. Ein ähnliches Fossil hat man auch in den Monts Coirons, Dept. de l'Ardeche gefunden, und fertigt ebenfalls leichte Ziegel daraus.]

II. Schmelzbare Thonarten. [1) *Bergseife, Savon de montagne, Mountain-soap*, sehr weich, mild, fettig anzufühlen, erlangt sehr leicht Fettglanz, schreibend, hängt sich an die Lippe, Bruch erdig, bläulich-, grau- und pechschwarz, findet sich in Lagen mit Lehm und Thon geschichtet am nördlichen Abhang des Thüringer Walds, in Polen, Schottland, unfern Dillenburg im Nassauschen.]

2) *Walkererde, Terre à foulon, Argile smectique, Fullers earth*, eine weiche, zerreibliche, grob- und feinkörnige Masse, das Resultat von zersetztem Diorit und Dioritschiefer, graugrün, gelbgrün, stets unrein, glanzlos, erhält durch den Strich Fettglanz, fühlt sich sehr fettig an, hängt sich nicht an die feuchte Zunge, specif. Gewicht 1,82 bis 2,19. Sie zerfällt im Wasser schnell unter Ausstoßen von Luftblasen zu einem zarten Pulver, bildet einen Brei, der sich nicht formen läßt, schmilzt in starker Hitze zu einer braunen Masse. Man findet sie bei Brickhill in Staffordshire, bei Woburn in Bedfordshire, bei Ryegate in Surrey, sie besteht aus 53,0 Kieselerde, 10,0 Thonerde, 9,75 Eisenoxyd, 1,25 Magnesia, 0,5 Kalk, 24,0 Wasser, eine Spur Kali; in der Grafschaft Kent bei Maidstone, Petworth, auf der Insel Skye in Schottland. Ihre Ausfuhr ist mit Lebensstrafe verboten. In Sachsen bei Rolswein, in Schlesien bei Riegersdorf (Spuren zu Freienwalde, Neustadt-Eberswalde, zu Drossen, Gleissen unweit Züllichau). Man wendet diese Erde zum Walken der Tuche, zum Fleckausmachen aus wollenen, seidenen Zeugen an (Fleckkugeln); die Wirksamkeit liegt darin, daß die Walkererde sich schnell und sehr fein im Wasser zertheilt, und dadurch Fett absorbirt, weshalb auch manche andere Thonarten hierzu mehr oder minder brauchbar sind, nur dürfen sie nicht zu fett und nicht sandig sein, weil im ersten Fall sie sich im Wasser nicht schnell zertheilen, und im zweiten Löcher im Tuch beim Walken entstehen.

3) *Töpferthon, Argile figuline, (Terre à potier) Potter's clay*. Die hierher gehörigen Thonsorten haben mehr oder minder Aehnlichkeit im Aeußern mit dem feuerfesten Thon, sie sind aber weniger derb, mehr zerreiblich, sie zergehen weit leichter im Wasser; nicht wenige sind farbig und behalten auch nach dem Brennen eine röthliche oder

oder gelbe Farbe, einige enthalten schon merklich kohlen. Kalk und machen den Uebergang zur dritten Hauptabtheilung, dem Thonmergel; durch diesen Gehalt schmelzen sie in grösserer Hitze. Man unterscheidet magern, kurzen Thon, der reich an Kiesel, und fetten, langen, welcher reich an Thon ist. Solche Thonarten sind sehr weit verbreitet, so daß eine namentliche Aufzählung nicht nöthig; in der Mark Brandenburg findet man Töpferthon unweit Ziesar, Mürow i. d. Uckermark, Angermünde, Grossin bei Schiefelbein i. d. Neumark; bei Rheinsberg, Krossen, Königs-Wusterhausen, unweit Fürstenwalde, Rathenow etc.

[Ueber das Vorkommen des Töpferthons in Baiern siehe das B. Kunst- und Gewerbeblatt 1826 S. 283 etc.]

4) Schieferthon, (Kohlen - Kräuterschiefer); *Argile feuilletée*, *Argile schisteuse*, *Slate clay*, ein verhärteter Kohlenstoff oder Bitumen enthaltender Thon, von dickschiefrigen Gefüge, ebenen Bruch, dem Flachmuschlichen sich nähernd, von grauer, ins braune, rothe, und schwärzliche übergehender Farbe, giebt angehaucht einen starken Thongeruch, erweicht sich in Wasser, quillt auf und zerfällt langsam, (hiedurch unterscheidet er sich vom Thonschiefer), braust mit Säuren; er enthält nicht selten viel Schwefelkies, schmilzt im Feuer zu einer braunschwarzen Masse. Er ist ein den Steinkohlen und Kohlensandstein gleichzeitiges Gebild, nicht sehr häufig verbreitet. Man findet ihn zu Duttweiler bei Saarbrücken (Regbk. Trier), in der Grafschaft Mark, in der Umgegend von Halle, zu Wettin, Löbejün, Giebichenstein; in Schlesien zu Altwasser, Hausdorf, Berthelsdorf a. Queiß; in Sachsen, Böhmen etc. Wenn der Schieferthon reich an Schwefelkies ist, so taugt er zur Alaunfabrikation, vergleiche oben Seite 467. — Gebrannter Schieferthon, die Folge von Erdbränden, da wo die Hitze nicht so groß, um Schmelzung zu bedingen, z. B. zu Duttweiler (am brennenden Berg), bei Teplitz; wo die Hitze Schmelzung bedingt, entsteht der sogenannte Porzellanjaspis — Brandschiefer, *Schiste bituminifère*, *Argile schisteuse bitumineuse*, *bituminous shale*, der Name bezeichnet das beigemengte Bitumen: pechschwarz, bräunlichschwarz, brennt zwischen glühenden Kohlen mit blauer Flamme, und Geruch nach schwefliger Säure; kommt im Steinkohlengebirge vor, zwischen Kohlenlagen, auch in neuern Flözgebilden; im Thüringer Wald, am Harz, Schottland.

III. Kalkhaltige Thonarten, Thonmergel, *Marne argileuse*, *Argile Marne*, *Marle*; so benennt man Gemenge von Thon und kohlen. Kalk, in denen jedoch erster vorwaltet, denn den kalkreichen Mer-

gel nennt man Kalkmergel, von welchem oben beim Artikel „kohlens. Kalk“ bereits Erwähnung geschehen ist. Er ist derb, im Bruch uneben, ins Splittrige, Flachmuschlige, seltner blättrig im Gefüge, zum Schieferigen sich hinneigend, (Uebergang zum Schieferthon); grau-gelblich-weiß, grünlich, röthlich, bräunlich, gestreift, gefleckt, fest, weich, ja zerreiblich, ist nicht selten frisch weich und wird beim Liegen an der Luft hart, jedoch sind die untern Lagen häufig dichter und härter, als die obern. Der Mergel braust mit Säuren auf, zertheilt sich mit Leichtigkeit in Wasser, und giebt eine teigige Masse, welche hinlänglich bindet. Der Thonmergel schließt nicht selten nierförmige Stücke festern Mergel ein, welche reicher an Kieselerde oder Kalk sind; er verläuft häufig in Töpferthon und Lehm, ist deutlich geschichtet, sehr zerklüftet, verwittert an der Luft, zerfällt in eine gelblichgraue Erde, Mergelerde. Der Mergel bildet die mächtige Grundlage von einem großen Theil Norddeutschlands, (Mecklenburg, Mark Brandenburg, Hannover, Schleswig, Holstein), Jütland; man findet ihn auch im Mansfeld, am Harz, in Schlesien, Böhmen, Mähren, längst der Küste von Hampshire, Dorsetshire; in Frankreich, Gegend von Paris, Mont Martre, Meuil Montant, (zum Fleckausmachen, *pierre à dégraisser*), Argenteuil (dient zum Frittenporzellan in Sèvres), zu Viroflay bei Versailles, (dient zu Kapseln fürs Fritteporzellan). — Anwendung des Thonmergels hauptsächlich zur Töpferei. — Mergelerde, erdiger Mergel, Asche, *earthly marle*, das Product der Zersetzung von Stinkkalk, aus Kalk, Thon, Bitumen und etwas Kiesel bestehend, braun, grau, glanzlos, feinerdig, bald mehr thonig, bald mehr sandig, beim Eintrocknen zu Staub werdend. Sie quillt mit Wasser zu einem schwarzen Schlamm auf, bildet oft Flöze unter der Dammerde, besonders im Mansfeldischen, Thüringen und Hessen.

Lehm, Leinen, *Terre franche*, *terre limoneuse*, *Loam*, ein mit Quarzsand und Eisenocker, zuweilen auch mit kohlens. Kalk gemengter Thon, aus der Zersetzung sehr verschiedenartiger Gesteine entstanden. Sehr weich, zerreiblich, gelblichbraun, gefleckt und geadert; Bruch uneben, erdig, ohne Glanz, brennt sich in mäßigem Feuer hart, wie Töpferthon, und erhält eine schmutzig rothe Farbe, in höhern Hitze-graden schmelzend; er saugt Wasser stark ein, und zerfällt in demselben, bildet eine breiige Masse. Man findet ihn im aufgeschwemmten Land in Lagern, die nicht selten Mergelknollen enthalten, Ueberreste von Bäumen, Rollstücke, Blöcke, Sand. — Er findet eine vielfältige Anwendung in der Baukunst, zu Dach- und Mauersteinen, Luftziegeln (Lehmziegeln), Lehmputz, mit Stroh vermengt zum Ausstaken der Fachwände, der Decken, zum Vermauern der Steine der Brandmauern, Heerde, Schornsteinmauern, Backöfen, Gypsöfen; er kittet aber die

teine nicht zusammen, wie Kalkmörtel, sondern füllt nur die Fugen aus. Ferner gebraucht man ihn beim Setzen von Stubenöfen, zum Schlacken der Lehmfluren, (Dreschtemmen in Scheunen, eben so für Kegelabnehmen), Kloaken, Viehställe; zum Belegen der Chausseen (Lehmchausseen) in sandigem Boden, ebenso zur Auffüllung von Steinchausseen, um mit den kleinen Steinen eine dichte, feste, ebne Bahn zu erlangen; zum Tischebau. In der Mark Brandenburg findet sich Lehm an vielen Orten, unter andern zu Oderberg, bei Glindow und Löcknitz am Schwilowsee, unter Potsdam, so auch bei Rathenow nebst Thonlagern.

IV. Ocker enthaltende Thonarten.

1) Röthel, Rothstein, rothe Kreide, *Argile ocreuse rouge*, *Sanguine*, *Crayon rouge*, *Reddle*, aus Thon und rothem Eisenoker innig Gemengt, derb, von erdigen Bruch, bräunlich-roth, blutroth, schreibend, abstrübend. Manchmal ist der Eisenoxydgehalt sehr bedeutend, dann rechnet man das Fossil als rothen Thoneisenstein zu den Eisenerzen. Man findet den Röthel im Thonschiefer der Uebergangszeit, auf wenig mächtigen Lagern, im rothen Berg bei Saalfeld im Herzogth. Meiningen-Saalfeld, zu Thalitter in Hessen. Man verfertigt aus dem Röthel durchs Zerschneiden und Belegen mit Holzschalen die Rothstifte; noch besser sind aber die aus geschlemmten Röthel künstlich geformten Stifte, welche keine Sandtheilchen enthalten; zu dem Ende mengt man den geschlemmten Röthel mit Gummi- oder Hausenblasenauflösung, und formt daraus runde und quadratische Stängelchen, welche in Rohr, Papier, oder Holz eingeschlagen werden. Setzt man ein wenig Seife hinzu, so wird die Farbe mehr braun, und die Stifte weicher. (*Armenian bole*.)

2) Bolus, *Terra lemnia*, *Bol*, Siegelerde, *Terra sigillata*, derb, von muschligen Bruch, selten erdig, undurchsichtig, schwach schimmernd, matt, rothgelb, braun, auch gefleckt, fühlt sich fettig an, hängt sich an die Zunge, specif. Gewicht 1,4 bis 2,0; brennt sich hart, ohne leicht zu schmelzen. Findet sich auf der Insel Stalimene (Lemnos der Alten), wird gereinigt und mit einem Siegel bedruckt, woher der Name: auch in Schlesien zu Striegau, Liegnitz, zu Säsebühl bei Göttingen. Habichtswald bei Kassel, in Böhmen, ferner bei Siena, *Terre de Sienne*. Man gebrauchte ihn früher in der Medicin, jetzt fertigt man in der Türkei Pfeifenköpfe daraus, die sehr beliebt sind, poröse Gefäße zum Abkühlen von Wasser und Wein, nach Art der Alkarazzas. (Hier und da wird auch Bolus gegessen, so in Bengalen, etc.)

3) Gelber Ocker, brauner Ocker, *Ocre jaune*, *brune*, *Yellow*, *brown iron ochre*, thonige Massen durch gelbes und braunes Eisenoxydhydrat gefärbt, erdig, eingesprengt, auch in knolligen Massen, glanzlos, von verschiedenen Farbetönen, brechen auf Lagern und Nestern Oxford-Steine, a variety with talcose feel, used in painting imitation of gold & bronze. ^{31°}

484 Gelbe Erde, grüne Erde. Anwendung der Thonarten.

im Flözgebirge, im Schuttland; man findet Ocker am Harz (bei Goslar, Elbingerode, Tilkerode), im Siegenschen etc. in Frankreich. — **Gelbe Erde**, *Argile ocreuse jaune*, *yellow-earth*, derb, feinerdig, sehr weich, matt, ockergelb, fettig anzufühlen, etwas abfärbend, brennt sich roth und hart; kommt auf Lagern im jüngern Flözgebirge mit Thon vor, in Baiern zu Amberg, in der Oberlausitz zu Wehrau, in Frankreich zu Bitry, St. Pourrain etc. — Man gebraucht den Ocker geschlemmt als Anstrichfarbe, so auch die gelbe Erde, zum Gelbmachen von Sämischleder. — **Grüne Erde**, *Terre verte de Verone*, *green earth*, derb, mandelförmig, als Ueberzug, auch in Austerkrystallen des Angits, undurchsichtig, matt, Bruch uneben bis ins Feinkörnige, wenig glänzend, (Fettglanz), fühlt sich wenig fettig an; Seladongrün, ins Schwärzliche und Bräunliche. Erfüllt Blascarräume im Mandelstein, Porphyren, auch in Nestern und schwachen Lagen im Monte Baldo im Veronesischen, auf Cypem. Varietäten in Sachsen, Böhmen, Island, den Faröer Inseln. — Man gebraucht grüne Erde gereinigt als eine dauerhafte Farbe für den Anstrich; sie enthält viel Eisenoxydul-Oxydhydrat.

Gebrauch verschiedner Thonarten, (außer dem bereits bei einzelnen angegebenen).

1) Zur Bereitung von Alaun, hier ist nur allein die Thonerde, nicht die Kieselerde etc. nützlich, (vergleiche oben Seite 469). 2) Zur Refination von Zucker, zum Decken, (*terrer*). Hiezu braucht man einen feinen geschlemmten Töpferthon; nach neuern Verfahrungsweisen ist das Decken mit Thon nicht mehr nöthig. 3) Beim Wasserbau, überhaupt um Eindringen von Wasser zu verhüten, also bei Wasserbehältern, Cisternen für Gasometer, bei Gebäuden, um das Eindringen von Grundwasser in die Keller zu verhüten etc. 4) Zur Fabrikation irdner Geschirre aller Art, fein und ordinär, mit und ohne Glasur, von Röhren, Ziegeln, Kacheln, Pfeifen, Klinkern, Fliesen, architektonischen Verzierungen etc. — Kaum ist außer den Eisenerzen irgend ein anderes rohes Naturproduct so vielfacher Bearbeitung fähig, und beschäftigt so viele tausend Menschenhände, als der Thon. Ein Gegenstand von der größten Wichtigkeit für die Gewerbsamkeit!

Allgemeine Erfahrungssätze für die Anwendung des Thons zu gebrannten Geschirren.

Reine Thonerde ist im Ofenfeuer unschmelzbar, sehr kurz im Hydratzustand, nicht plastisch; durch einen Zusatz von Kalk, oder Kiesel, wird die Thonerde nicht schmelzbar, wenn gleich ziemlich beträchtliche Mengen von jedem einzeln hinzugefügt werden, mengt man aber gleichzeitig Kiesel und Kalk hinzu, so wird die Thonerde schmelzbar,

und zwar desto mehr, je mehr sich das Verhältniß der Gemengtheile folgendem nähert: 1 Theil Thonerde, 1 Th. Kalk und 3 Th. Sand; 5 Th. Sand, hinzugefügt machen das Gemeng schon unschmelzbar. Eisenoxyd, in kleinsten Mengen dem Thon beigemischt, färbt ihn beim Brennen in mäßigen Hitzgraden nicht roth, aber im starken Porzellanfeuer; daher kommt es denn auch, daß Porzellanerden, Porzellanthon nicht immer für die Fabrikation einer tadellosen Waare brauchbar sind. Größere Mengen von Eisen färben den Thon blaugrau, grün, und bedingen beim Brennen eine gelbe, rothe Farbe, und machen bei gleichzeitigem Kalkgehalt den Thon schmelzbar, weshalb solche Thonsorten nur schwaches Brennfeuer vertragen; die Waaren sind porös und halten starke Abwechselungen der Temperatur ziemlich gut aus. Fette Thonsorten, welche viel Thon, im Gegensatz von Kiesel, enthalten, lassen sich nicht gut verarbeiten, reißen beim Trocknen, verziehen sich; deshalb setzt man feinen Sand, oder gepulverte Kieselfossilien hinzu, um dem Thon die Fettigkeit zu nehmen (*degraisser*), man vermeidet dadurch auch die Zähigkeit, das Vermögen Wasser anzusaugen, wodurch das Trocknen gleichförmiger stattfindet. Es zeigen aber auch andere mit erdigen Theilen stark vermischte Thonarten die Eigenschaft beim Trocknen zu bersten, und zwar nicht selten in reguläre säulenförmige Massen, wie z. B. häufig der Thonmergel. Alle Thonarten schwinden, (*retraite, shrinkage*), sowohl beim Trocknen, als besonders noch beim Brennen, woher es kommt, daß die Form der Gegenstände leidet. Letzteres hat seinen Grund in der ungleichen Dicke und dem dadurch bedingten ungleichen Austrocknen. Haben einmal Thonwaaren durchs Feuer sich zusammengezogen, so kann man sie zum zweiten Mal fast ohne alles fernere Schwinden brennen. Ein Zusatz von feinem Sand, Kieselpulver, scharf gebrannten fein gepulverten Thon, (*Cement, ciment*), verursacht gleichfalls ein regelmässigeres Schwinden des Thons; letzter Zusatz macht auch die Waare dauerhafter, fester, und gegen den Temperaturwechsel beständiger.

[Brongniart a. a. O. pag. 62 u. f.]

Ziegelbrennerei.

Kaum findet man eine Gegend, wo nicht Thonmergel, Thon, Lehm zur Ziegelbrennerei tauglich angetroffen wird. Je nachdem diese Thonerden verschieden beschaffen sind, wird auch die Qualität der Ziegel ausfallen; man hat ziemlich feuerbeständige, und auch leicht schmelzende, erstere werden daher zum Mauern von Heerden, Feuerungen, Schornsteinen, Plinten angewendet. Meist ist es Thonmergel und lehmiger Thon, welchen man zu Ziegeln anwendet; ist er zu fett, so setzt man Sand zu, ist er zu mager, Thon; je größer die Beimengung von kohlen.

Kalk, desto leichter schmelzen die Ziegel beim Brennen, überhaupt verlängert jeder Thon einen verschiedenen Hitzegrad zum Brennen, und ein kalkreicher Thonmergel kann dennoch gute Ziegel geben, wenn sie nur bis zur Steinhärte gebrannt sind, ja dadurch, daß kalkreiche Ziegel beim Brennen verglasen, können recht dauerhafte Steine gewonnen werden. — Ob ein Thon zur Ziegelfabrikation brauchbar sei oder nicht, läßt sich nicht durch bloßes Ansehen beurtheilen, sondern nur durch ein Probebrennen. — So wie der Thon gegraben, läßt man ihn über Winter in Haufen liegen, ausfrieren, wodurch er im Frühjahr besser zu bearbeiten ist; jedoch ist dies nicht ohne Ausnahme mit allen Thonarten der Fall. Hiedurch werden die Pflanzenreste verfaulen, die etwaigen eingemischten Schwefeleisenthelle eine angehende Entmischung erleiden. — Zu Dachziegeln gehört ein besserer, milder magerer Thon, als zu Mauersteinen.

Die Fabrikation der Ziegelsteine, Backsteine, *bricks*, Dachsteine, *tiles*, Dachpfannen, Fliesen, *cavros*, zerfällt in 4 Operationen, das Bearbeiten der Erde, das Formen, Trocknen und Brennen.

1) Vorbereitung der Ziegelerde. Der Lehm, Thon, wird in Stümpfen, *jesses*, mit Wasser gemischt, fleißig durchgetreten, *starcher*, alle Steine, Wurzelstücke, Kalkmergelbrocken werden entfernt, welche, wenn die Ziegel keine gehörige Hitze beim Brennen erhielten, leicht abblättern, zerbröckeln; Schwefelkiesstücken bedingen, da sie beim Brennen nicht völlig zerstört werden, eine allmähliche Verwitterung, Salzauswitterung und Zerbröckeln. Die Ziegelerde zu schlemmen scheint im Allgemeinen weniger rathsam, weil dadurch aller gröbere Sand entfernt, der Thon zu feil wird, und daraus Nachtheile erwachsen. Man setzt meistens Sand hinzu, nach Verhältniß $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ der Masse, ja man würde noch mehr zusetzen können, wenn beim Brennen, wegen unvollkommener Ofenconstruction, stärkere Hitze gegeben werden könnte. Ein zu grobkörniger Sand macht die Steine zu schwer, mürbe und zerbrechlich, sie taugen nicht für Gewölbe, zu welchen leichte und dabei feste Steine nöthig sind. Zu dem Ende setzt man auch Torfgrus, Steinkohlengrus hinzu, welche beim Brennen sich verzehren und die Masse porös machen. Man hat das Geschäft des Durchtretens durch Thiere verrichten lassen, allein dann werden die Steine, Wurzeln, Knollen nicht entfernt, welche der Arbeiter beim Durcharbeiten findet und herausliest, und dadurch die Masse verbessert. Je mehrmals übrigens der Lehm gewendet und durchgearbeitet wird, desto dichter und härter werden die Ziegel. Mittelst einer Thonmaschine, deren Construction weiter unten beschrieben werden wird, kann geschlemmter Thon auch gut vorbereitet werden.

2) Streichen der Ziegel (*moulage*). Die Streichformen sind theils hölzerne Rahmen, theils eiserne, welche dauerhafter; sie sind zu je zwei Ziegeln eingerichtet. Da die Ziegel beim Trocknen und Brennen schwinden, so müssen natürlich die Streichformen um ein gewisses größer gefertigt werden, damit die Ziegelsteine nach dem Brennen ein bestimmtes Maafs behalten. Die Form wird in Wasser getaucht, in Sand gewälzt, so daß sie sich invendig mit Sand überzieht, (damit sich der Thon besser löse), darauf auf dem Streichtisch mit vorbereiteter Ziegelerde durch Hineindrücken mit dem Händen gefüllt, so daß die Masse die Leere des Rahmens ausfüllt; darauf streicht der Arbeiter den überflüssigen Thon mit einem Streichholz, *plane*, ab, ein anderer Arbeiter trägt die Form nach dem Trockenplatz und schlägt sie auf den mit Sand bestreuten horizontalen Boden aus, zieht dieselbe lothrecht in die Höhe, um die Kanten und Ecken der Steine nicht zu beschädigen. Während dem ist schon wieder eine andere Form gestrichen, und so geht es fort. Man nimmt an, daß ein fleissiger und geübter Streicher in 12 bis 13 Arbeitsstunden 9 bis 10,000 Ziegel von der kleinern Sorte streichen kann, versteht sich aber nicht ohne Beihülfe von Handlangern.

3) Das Trocknen, *séchage*. So bald die Steine so weit trocken sind, daß man sie, ohne sie zu zerdrücken, anfassen kann, werden sie auf die hohe Kante gestellt, und entweder noch auf dem Streichplatz weiter getrocknet, zu welchem Ende, um Raum zu gewinnen, man dieselben unter einem stumpfen Winkel gegen einander aufsetzt, oder auf Brettern in die Trockenscheune getragen, in welcher man sie völlig lufttrocken werden läßt; das Trocknen muß langsam geschehen, sonst bleibt noch zu viel Wasser im Innern während die äussere Oberfläche erhärtet, dies bedingt dann Verziehen und Reißen beim Brennen. — Bei den Dachziegeln werden die Nasen, *crochet*, mittelst welcher sie auf die Dachlatten eingehängt werden, durch eine eigne, im Streichtisch angebrachte Vertiefung bewerkstelligt. — Man hat vielfältige Versuche gemacht zum Ziegelstreichen Maschinen anzuwenden, bei uns aber haben sie, wegen der sehr niedrigen Lohnsätze der Handarbeiter, im Vergleich mit Nordamerika und wegen des Umstands, daß der Arbeiter jeden Stein im Lehm beim Einschlagen mit den Händen fühlt und herauswerfen kann, was bei der Maschine nicht geschieht, und weil die Form der Ziegel bei der Handarbeit weit exacter wird, keinen Fortgang gehabt. Man hat auch mittelst Pressen (Schrauben-Hebelpressen) die Masse stark zusammengedrückt, und aus trockenem Thon mit der hydraulischen Presse Ziegel geformt, die ganz vorzüglich waren. Hier in Berlin werden von Herrn Feilner mittelst eigener Vorrichtung und Schraubenpressen Ziegel, Gesimsstücke geformt, indem die Thonmasse durch eiserne Formen



durchgepreßt und mittelst Draht in einzelne gleichlange Stücke geschnitten wird. Auch werden auf diese Art irdne Wasserleitungsröhren von vorzüglicher Güte gefertigt. Herr Feßner hat auch eine Maschine construirt, um Dachziegel zu verfertigen.

4) Das Brennen, cuissen, geschieht entweder in Feldöfen, Meilern, oder in eignen gemauerten Ziegelöfen. Zum Brennen in Meilern wendet man Steinkohlen, Braunkohlen, Torf an, führt aus schon gebrannten Ziegeln den untern Theil des Feldofens auf, bestehend aus mehreren parallelen, langen Bänken, zwischen welche man das Holz zum Anzünden der Kohlen einlegt; auf diese werden die Ziegelsteine so aufgesetzt, daß die Flamme zwischen ihnen durchschlagen kann. Ueber diesem Unterbau stellt man die lufttrocknen Ziegel übers Kreuz so auf, daß Zwischenräume bleiben, und schüttet Steinkohlen, Braunkohlen zwischen je 2 oder 3 Ziegelschichten. Die Außenwände des Meilers werden ziemlich stark gesetzt und die Fugen mit Lehm verstrichen, sodann das Holz angezündet; die Leitung des Feuers ist, da der Meiler frei steht, schwierig, Wind und Regen äußern nachtheiligen Einfluß. Die äußern Ziegel sind natürlich weniger gebrannt, als die innern, und dienen dann noch einmal zum Unterbau. Die Zeit eines Brands richtet sich theils nach der Größe des Meilers, theils nach der Trockenheit der Ziegel, nach der Witterung; man wendet dieses Verfahren da an, wo das Brennmaterial sehr wohlfeil, wo der Landmann auf seinem Acker Thon und Steinkohlen hat, wie in Schlesien, am Rhein.

Die Ziegelöfen sind theils für Holzfeuerung eingerichtet, wie bei uns, theils auf Torf- und Steinkohlenfeuerung, wie in Holland und am Rhein. Die gewöhnlichen Ziegelöfen sind in Form eines länglichen Vierecks, entweder stehende, mit höhern Umfassungsmauern, oder liegende, längere, mit niedrigern Wänden, welche oft 2 Fuß dick, am besten aus einer innern und äußern Mauer bestehen, zwischen welchen Asche, Kohlenklein etc., schlechte Wärmeleiter geschüttet werden. Sie sind oben entweder offen, und mit einem leichten Ziegeldach überdeckt, (Ziegelscheune), oder mit einem Tonnengewölbe überwölbt, in welchem Zuglöcher reihenweis angebracht sind, wie bei den liegenden Kalköfen (siehe oben Seite 403). Im letzten Fall ist eine Einsatzthür in der hintern Umfassungsmauer angebracht, durch welche die Ziegel eingesetzt werden können, letzteres geschieht bei den oben offenen Öfen auch von oben. Unter dem Ofen sind die Feuerungen in derselben Art erbaut, wie bereits bei den Feldöfen gesagt worden ist, nämlich parallele Kanäle, welche von einer langen Wand des Ofens zur gegenüberstehenden sich erstrecken, und durch aufgemauerte Bänke von einander getrennt sind, auf welche über die Heizkanäle die trocknen Ziegel auf verschiedne Art ge-

setzt werden, so daß zwischen diesen für die in den Ofenraum eindringende Flamme des Holzes Raum bleibt. Ueber diese untern auf den Balken ruhenden Ziegel werden nun die übrigen gesetzt, so daß die einzelnen Lagen auf der hohen Kante einander unter spitzen Winkeln kreuzen, und die einzelnen Steine jeder von dem andern etwas absteht, damit die Flamme zwischen allen durchdringen kann. Die Größe der Ofen ist sehr verschieden, man hat sie zu 30, 50, 100,000 Ziegel, ja von noch größerm Kaliber; hienach richtet sich auch die Dauer eines Brands. Zuerst feuert man schwach, Schmauchfeuer, *enfumage*, damit die Ziegel nicht bersten, dann immer stärker, bis die obersten Schichten gehörig glühend sind, doch ist hier, wie schon gesagt, der nöthige Hitzgrad sehr relativ nach der Beschaffenheit des Thons. Ist das Brennen vollendet, der Ofen langsam abgekühlt, so werden die Steine ausgefahren; die dem Feuer zunächst gestanden haben, sind geschmolzen, in Klumpen (Sauen) zusammengeflossen, man braucht sie als Ecksteine, Prellsteine etc.; diesen zunächst sind die härtesten, klingendsten, glasierte, die höher hinauf befindlichen in abnehmender Güte, die obersten und so überhaupt diejenigen, die nicht genug Hitze bekommen haben, werden noch einmal wieder eingesetzt.

Die Ziegelsteine sind nach dem Brennen theils von rother Farbe, (von einer ziemlichen Menge Eisenoxyd herrührend, wie z. B. hier die Rathenower Ziegel), oder gelb, auch braunschwarz, verglast, welche man Klinker nennt; sie sind klingend, besonders die letztern, denn je dichter die Masse durchs Brennen wurde, je mehr sie sich dem Schmelzen näherte, desto klingender, Stahl schlägt an solchen Feuer. Sie müssen ihre scharfen Kanten und Ecken, glatten Flächen behalten, denn Ziegel, die sich verworfen, schief gezogen haben, können nicht zum Mauern gebraucht werden; sie dürfen keine Spalten und Löcher haben, in Wasser liegend nicht abblättern, dann enthalten sie Kalktheile, die sich löschen und den Stein auseinandertreiben. Sie müssen Wasser stark ansaugen, (ungefähr $\frac{1}{5}$ von ihrem Gewicht), um sich mit dem Mörtel gut zu verbinden. Ihre Größe ist verschieden, hier bei uns 10 Zoll lang, 5 Zoll breit, $2\frac{1}{2}$ (bis $2\frac{3}{4}$) Zoll stark, ein Kubikfuß wiegt ungefähr 100 Pfund, ein Ziegel wiegt ungefähr 7 Pf., $14\frac{1}{2}$ auf einen Kubikfuß. Dachziegel (Bieberschwänze) haben 15 Zoll Länge, 6 Zoll Breite, $\frac{1}{2}$ Zoll Stärke, wiegen zwischen 3 und 4 Pf., man rechnet 36 Stück auf einen Kubikfuß; sie müssen besonders gut gebrannt sein, sonst werden sie der Nässe, dem Frost, der Sonnenhitze ausgesetzt, zerbröckeln, und geben dann der Erzeugung von Flechten und Moos Gelegenheit, Ackergeväxsen, die den Dachziegel unfehlbar zerstören helfen. — Man verfertigt eigne Gewölbziegel, besonders zu kleinern Gewölben, Brunnenziegel,

Segmente von kreisförmigen Ringen, Dachpfannen  gestaltet, (taugen nichts, weil die Bedachung mit solchen Pfannen durch den Wind abgehoben wird), Hohl- oder Forstziegel, zur Bedachung der Forste, auf dem Harz auch zur Dachbedeckung  in beistehender Art, (sind zu schwer). In Holland, auch hie und da bei uns, werden die Dachziegel glasiert, theils mittelst Salz, theils mittelst Bleiglätte und Braunstein, oder mit gebranntem Kalk und Steinkohlenstaub, welches eine schwarzbraune Farbe bedingt. Es ist klar, daß sie länger der Witterung widerstehen, als nicht glasierte, sie sind aber auch theurer.

Feuerfeste Steine, Charmottesteine, Porzellansteine. Da die gewöhnlichen Ziegelsteine bei beträchtlichen Hitzgraden weich werden und schmelzen, so ist es sehr wichtig für den Feuerbau Steine zu besitzen, welche auch dem höchsten Hitzgrad der Oefen widerstehen. Man verfertigt solche Steine aus feuerfestem Thon, mit einem Zusatz von gebrannten Thonscherben, zu welchem Endzweck man Porzellan- oder Steingutkapselscherben durch Pochstempel, oder Walzwerke zerkleinert, siebt, und dem Thon in bestimmten Verhältnissen beimengt; dies geschieht entweder durchs Durchtreten, oder mittelst einer Thonmaschine, (siehe Seite 492). Man verfertigt aus dieser Masse nicht allein Steine, sondern auch Futter für Tiegelöfen, in Kreissegmenten, Platten, Röhren in einzelnen Segmenten, Kapseln für Porzellan, Steingut, Fayence, Muffeln fürs Einbrennen von Porzellan, Glas und andere Zwecke, Beschläge in chemischen Oefen. Die Farbe solcher Fabrikate ist schmutzig gelblich-weiß, die Härte nach dem Brennen ziemlich groß, sie sind schlechte Wärmeleiter, und auch in dieser Beziehung vorzüglicher als gewöhnliche Ziegelsteine; da wo sie glühend mit Alkalien in Berührung kommen, z. B. mit Holzasche, verglasen sie; (verglaste Kapseln können als Cement nicht gebraucht werden, da sie nicht gut binden, und bei der Verarbeitung die Arbeiter verletzen).

[Man verfertigt solche Steine in Berlin sowohl in der Königl. Porzellanmanufaktur, als auch in der Fabrik des Herrn *Albrecht*; in Stourbridge, in England, aus derselben Masse, aus welcher die weltberühmten Schmelztiegel hervorgehen, sie werden mit den Tiegeln zugleich gebrannt; die Oefen sind theils rund, wie die zum Steingutbrennen mit ringsherum angebrachten Feuerungen, oder länglich-viereckig mit quer durch den Ofen gehenden Rosten, wo dann von beiden Seiten gefeuert wird. — Hier auf der Porzellanmanufaktur werden die Steine im Porzellanofen mit eingesetzt, in der Fabrik des Hrn. *Albrecht* ist dazu ein runder Etagenofen, mit besondern Feuerungen für jede Etage, im Gebrauch, welcher auf Tafel VII. dargestellt ist. Fig. 1 Ansicht des Ofens, Fig. 2 senkrechter Durchschnitt, Fig. 3 Grundriss. *A* der unterste, *B* der mittlere, *C* der oberste Ofen, *D* Kappe, welche in den Schorn-

stein *E* führt, *F* Verankerungen. *a, a* Aschenfälle, *b, b* Räume, um die Asche ausziehen zu können, mit einem hölzernen Deckel, oder eisernen Thür bedeckt; *d* Schauloch, mit einem Thonstöpsel versehen, *e* Feuerplatz, *f, f* Kanal in der Mitte der Gewölbe, *g, g* Zuglöcher an der Seite des Gewölbes, zwischen je 2 Feuerungen angebracht, *h, i, k* Oeffnungen zum Einsetzen der zu brennenden Waaren, *l* Rost für die Feuerung im obersten Ofen, *m* Aschenfall, *n* Schürloch. Zuerst wird allein der untere Ofen gefeuert, zu welchem Endzweck sehr dünn gespaltnes Kienholz in die Feuerungen, auf die vorspringenden Auflager (*repaires*), gelegt wird, wie aus Fig. 4 hervorgeht. Ist der Brand im untern Ofen vollendet, so beginnt man im zweiten, und dann im dritten zu feuern. Ein gleicher Ofen wird auch zum Brennen von Steingut in der v. Eckardstein'schen Steingutfabrik angewendet.

Die Königl. Porzellanmanufaktur fertigt zum eignen Gebrauch Porzellansteine aus Porzellanmasse, die weiß, sehr hart und schwer sind, jeder Zerstörung widerstehen.]

Fabrikation von künstlichen Steinmassen, *plastique*, zu architektonischen Gliedern, Verzierungen, Basreliefs etc. Seit einer Reihe von Jahren verfertigt Herr Feilner in Berlin mit ungetheiltem Beifall obige Gegenstände aus gebrannter Thonmasse, als ein wohlfeileres Ersatzmittel des Sandsteins*). Zu diesem Ende muß der Thon geschlemmt werden. Herr Feilner bedient sich dazu eines muldenartigen Trogs aus Gufseisen, in welchem sich eine horizontale Welle mit Daumen bewegt, um den Thon und das Wasser zu mengen. Die Daume stehen 3 bis 4 Zoll vom Trog ab, damit eine Thonrinde an demselben stehen bleibe, in welche sich alle Steine, Kalkmergelknollen eindrücken. Sobald der Thon mit dem Wasser gehörig durchgearbeitet ist, welches daran zu erkennen ist, daß, wenn man den Finger in die Thonflüssigkeit taucht, der Tropfen an der Fingerspitze hängen bleibt ohne abzufallen, so wird er durch eine Oeffnung und untergestelltes Sieb abgelassen, läuft durch Gerinne in die Thonbehälter. Im Malsen der geschlemmte Thon abläuft, fließt frisches Wasser in den Trog hinzu. Die Thonbehälter sind theils aus Bohlen zusammengefügt über der Erde, oder gemauert unter der Erde, die Sohle der Behälter aus verglasten Ziegelsteinen, welche auf ebenen mit Sand beschütteten Boden gelegt, und deren Fugen mit Thon verschmiert werden; mit demselben werden auch die gemauerten Seitenwände berappt. Am Ende des Gerinns liegt ein zweites Sieb, damit keine Steinchen in die Behälter mit übergehen

*) In den V. d. G., Jahrg. 1824. S. 20. Jahrg. 1828. S. 93 sind Notizen über diesen gleich interessanten als wichtigen Gewerbszweig enthalten,

können. Der geschlemmte Thon setzt sich nun bald wieder, und das Wasser wird durch verschiedene Zapfenlöcher abgelassen. Zunächst der Einflußrinne enthält der Thon den meisten Sand, weiter davon entfernt weniger. Die Thonbehälter werden zweckmäßig mit einem beweglichen Bretterdach versehen, um Regen abzuhalten, bei Sonenschein aber die Bretter abgedeckt. Die Größe solcher Behälter ist sehr verschieden von 400 bis 2,000 Kubikfuß. Zum schnellern Abtrocknen bei ungünstiger Witterung ist auch ein eigener Trockenofen in Gang, wie später unter dem Artikel „Steingut“ beschrieben werden wird.

Der geschlemmte Thon wird darauf mit dem zwei- oder dreifachen seines Gewichts Cement, auf der Mühle zermahlen und gesiebt Ziegel- oder Ofenschelscherben, vermischt, und wohl durch einander gearbeitet. Hierzu dient die englische Thonmaschine, durch deren Messer der Thon zerschnitten, gemengt und gepresst wird; der aus der untern Oeffnung derselben herausgepresste Thon wird mittelst Draht in länglich-viereckige Stücke, Ballen, zerschnitten, welche wieder auf die Maschine gegeben und mehrmals durchgearbeitet werden. Man bringt sie in feuchte Kellerräume, und läßt sie da, ehe sie verarbeitet werden, eine Zeit lang liegen. Das Formen der Stücke geschieht in Gyps- und gebrannten Thonformen, das Brennen in liegenden Etageöfen, von 2 meistens 3 übereinander angebrachten länglich-viereckigen Öfen, deren jeder seine eignen Feuerungen hat; auch in runden Öfen, welche mit der Construction der englischen und französischen Steingutöfen sehr viel Aehnliches haben.

Die künstliche Steinmasse, aus welcher auch Vasen, Schalen, Figuren, Candelaber, nach ausgewählten Mustern der Antike, gefertigt werden, leidet nicht von der Witterung, steht im Frost und Nässe, wie die mehrjährige Erfahrung gelehrt hat, indem an mehreren großen Gebäuden in Berlin solche Verzierungen angebracht sind. Nach Accum ist das specif. Gewicht derselben 2,12, es wiegt also ein Kubikfuß 140 Pfund. Es werden in der Fabrik des Herrn Feilner auch noch Öfen^{*)} von zweckmäßiger Construction und gefälligem Aeußern, mit Verzierungen in bunten Farben, geschmackvolle Badewannen, Zuckerformen und zum eignen Gebrauch Ziegel gefertigt.

[Beschreibung der auf Tafel VI. abgebildeten Thonmaschine und Öfen.
Die in Fig. 11 und 12 dargestellte Maschine besteht aus einem gußeisernen (oder hölzernen) konischen Gefäß, von $4\frac{1}{2}$ Fuß Höhe, $2\frac{1}{2}$ Fuß oben, und 2 Fuß untern Durchmesser, mit einer seitlichen Oeffnung am Boden von 6 Zoll ins Geviert. In

^{*)} v. d. G. 1823 s. 105; 1826

hinter ist eine eiserne Welle angebracht, mit 10 eisernen Messern, die in ungleichen, nach unten zu abnehmenden, Entfernungen von einander befestigt und unter bestimmten Winkeln gestellt sind, welche sich nach dem Zweck, den man zu erreichen beabsichtigt, richten. Die Abstände, von unten nach oben gezählt, sind folgende, 1 von 2 $3\frac{1}{2}$ Zoll, 2 von 3 $3\frac{1}{2}$ Z., 3 von 4 $3\frac{1}{2}$ Z., 4 von 5 $3\frac{1}{2}$ Z., 5 von 6 $3\frac{1}{2}$ Z., 6 von 7 $3\frac{1}{2}$ Z., 7 von 8 4 Z., 8 von 9 $4\frac{1}{2}$ Z., 9 von 10 $4\frac{1}{2}$ Z. Vom Boden des Behälters bis zur Axe des untersten Messers 10 Zoll. Die Stellung der Messer gegen einander ist eine solche, daß dadurch eine Schneckenlinie, eine Schraube ohne Ende, gebildet wird. Es stehen mehrere solcher Maschinen um eine Kammrad herum, welches in die an den stehenden Wellen befestigten Räder eingreift, die ihrerseits einzeln ausgerückt werden können. Der oben eingeschüttete Thon wird nun nicht allein zerschnitten, sondern auch gehörig gemengt, zugleich durch die Flächen der unter bestimmten Winkeln (20 bis 25°) gegen die Horizontale geneigten Messer gedrückt, von oben nach unten gepreßt, und zur Oeffnung am Boden herausgeschoben.]

Fig. 5 und 6 stellen den runden Brennofen dar; Fig. 5 ist ein Querprofil nach den Linien *ABC*, Fig. 6 ein Grundriß nach den Linien *DabE*. Der innere runde Raum *c* mit überdecktem parabolischen Gewölbe wird mit den zu brennenden Thonwaaren erfüllt, die auf Ständer, Unterlagen von gebranntem Thon, gelagert werden. Der Heerd liegt über der Sohle um einige Fuß erhöht, daher ist die Thüröffnung *d*, durch welche das Einsetzen der Waaren geschieht, mit Stufen versehen. Die Feuerung geschieht von 4 Seiten unter dem Heerd. In dem zunächst liegenden ringförmigen Zug begegnen sich die Flammen, zugleich geht die Flamme jeder Feuerung durch die geraden Züge *fi*, *fi* und *fk*; in dem 2ten ringförmigen Zug *g, g*, so wie in dem 3ten *l, l* bleibt die Flamme jeder Feuerung abgesondert, und wird von dem zunächst liegenden durch die Steine *k* und *m* abgesondert. In dem 4ten Zug *n* treffen aber die Flammen wieder zusammen, eben so in *o*, und in der Mitte gehen sie vereint über den Heerd in die Höhe. Außer dieser großen mittlern Oeffnung sind in dem Heerd über den genannten Zügen noch mehrere kleinere Oeffnungen *p, p*, um auch die Flamme an andern Punkten mit den Thonwaaren in Berührung zu bringen. Die Züge werden nach der Mitte zu enger, um dem Feuer mehr Intensität zu verschaffen. Damit nun aber auch die an den Seitenwandungen befindlichen Thonwaaren Hitze erhalten, sind in denselben Nischen *q, q* gebohrt, und diese mit dünnen Vermauern *r* versehen. Diese Nischen haben verkehrt die Form eines Hufeisens *q*, durch welche das Feuer in die Seitenwandungen des Ofens strömen kann. In denselben befinden sich mehrere kleine und große Oeffnungen *s, s*, durch welche das Feuer ausströmen kann, und der Ofen wagerecht und

geneigt in den Ofen dringen kann. *s* sind die Zuglöcher zu Abführung der Flamme in den obern Raum *u*, der gewöhnlich nicht benutzt wird; diese Zuglöcher können durch eiserne Schieber verschlossen werden, wozu die seitlichen Oeffnungen im Gewölbe. *t, t* sind Schaulöcher, durch welche man den Grad der Glühröthe beobachten kann: sie sind aber gewöhnlich vermauert, da man sie nicht gebraucht.

Fig. 7 bis 10 stellen einen Etagenofen dar, von nur zwei übereinander liegenden Räumen; Fig. 7 zeigt denselben im Grundriss, Fig. 8 im Längs- Fig. 9 im Querdurchschnitt, Fig. 10 die Ansicht von der Seite der Heizlöcher. *a* der untere Ofen, *b, b* die Feuerungen, *c* die Einsatzhür, *d, d* die Feuerungen für den obern Ofen, *e, e* Züge im Gewölbe des unteren Ofen, *f* der obere, *g* der Schornstein, *h* Einsatzhür für den obern Ofen. Die Thongeschirre (Kacheln), werden auf irdne Ständer — bei den gewöhnlichen Töpferöfen sind es meist Mauersteine — aufgestellt, der untere Ofen zuerst angefeuert, und zwar im mittelsten Schürloch, mit kurzem Holz, damit die Waaren erst sich langsam anwärmen, dann wird auch in den beiden andern gefeuert, und zuletzt das Holz, 2 und 2 Kloben an einander befestigt, in die von Ständern gebildeten Schürgänge hintergestossen, und scharfes Feuer gegeben. Ist der Brand vollendet, so verschliesst man durch Schieber die Zuglöcher nach dem obern Ofen, bricht die Schürlöcher desselben auf und feuert in allen 3 zugleich, bis auch hier die Gaare erreicht ist. (Ist es ein Ofen mit 3 Etagen, so wird dann noch in der obersten gefeuert.)

Fabrikation irdner Waaren, *poterie, pottery.*

Man kann sämtliche irdne Waaren in glasierte und in nicht glasierte einteilen, oder auch in solche, deren Masse durchscheinend ist und durch einen hohen Hitzgrad zum Weichwerden und selbst zur Schmelzung gebracht worden, wie Porzellan, und in andere, deren Masse nicht durchscheinend und in mehr oder minder hoher Hitze bloß zusammengesintert ist, ohne Spuren von Schmelzung, wie Steingut.

1. Vom englischen Steingut, *Faience fine (anglaise), Terre de pipe, earthen ware, pottery* im engern Sinne.

[Im 17ten Jahrhundert wurde bloß ordinäres Steinzeug, *Stoneware*, in Staffordshire, besonders zu Burslem versertigt, mit gewöhnlicher Bleiglasur aus Bleiglanz; 1690 vervollkommneten Deutsche, die Gebrüder *Ellers*, diesen Fabrikationszweig, sie führten die Salzglasur ein, wurden aber vertrieben, da die salzsauren Dämpfe, welche aus den Schornsteinen der Oefen aufstiegen, den Einwohnern lästig fielen. *Wedgwood* war es vorbehalten, diesen Gewerbszweig auf die höchste Stufe der Vollkommenheit zu erheben. Der Anfang seiner Wirkungszeit fällt ins Jahr 1763. Er begründete eine eigne riesenhafte Fabrik zu Etruria.]

Die Steingutfabriken Englands sind in Staffordshire, auf einem Landstrich von 8 engl. Meilen Länge und 6 Meilen Breite, wo man feuerfeste, aber minder feine Thonarten und Kohlen im Ueberflus findet. 30.000 Menschen bewohnen diesen Landestheil, den man gewöhnlich „the Potteries“ nennt. Die Thonarten bezieht man aus dem südlichen Theil von Devonshire, von der Insel Purbeck in Dorsetshire, woher der feinste, welcher bläulich aussieht, aber durchs Brennen weiß wird; er ist sehr fett und erfordert einen beträchtlichen Zusatz von Kieselerde, die zur weißen Farbe beiträgt. Er enthält 24 Thonerde und 76 Kieselerde, und wird zu den verschiedensten Geschirrsorten gebraucht, als zu der milchfarbenen Waare, *cream colour*, zu der für den Kupferdruck, *printing body*, zur verglasten Waare (feinen Steinzeug) nach *Hodgwood's* Erfindung, und zum Fritteporzellan. Ausser diesem bläulichen hat man auch noch einen braunen Thon aus Dorsetshire, der sich auch weiß brennt, aber leicht zu Sprüngen in der Glasur Gelegenheit giebt, *cracking*; aus Devonshire einen schwarzen und leicht berstenden Thon, *cracking clay*, welcher, wenn nicht gehörig Kieselpulver untermischt ist, leicht beim Brennen Risse bekommt. Man gebraucht auch Kaolin, aus zersetztem Feldspath des Granits von Cornwallis entstanden, welcher durchs Pochen und Ausschlemmen gewonnen, und in Schlemmgruben gesammelt wird. Die feinste abgetrocknete Masse wird in Ballen, *linneas*, an der Luft getrocknet, und unter dem Namen *China clay* versendet. Auch der in Zersetzung begriffne Granit *) selbst wird gebraucht und sonderbarlich von den Arbeitern *Composition* genannt.

Die verschiednen Thonsorten werden, so wie sie aus den Gruben gefördert werden, auf eisernen Platten getrocknet, in den Handel gebracht, in den Potteries aber also verarbeitet. Man bringt den Thon auf eigne Quetschmühlen, wo zwei durch eine stehende Welle bewegte Steine von 4½ bis 5 Fuß Durchmesser und 12 bis 14 Zoll Breite den Thon auf einer eisernen Bahn, auf welcher sie laufen, zerdrücken. Der Thon wird nun einem Siebwerk durch ein Tuch ohne Ende, welches sich um 2 Walzen aufsteigend bewegt, und in Abständen von 1½ Fuß mit stehenden Querleisten versehen ist, zugeführt. Der feine abgesiebte Thon wird durch ein gleiches Tuch ohne Ende andern Steinen zugeführt, welche ihn nochmals, aber mit einem Zusatz von Wasser, mahlen und fein reiben; der gröbere, nicht durchs Sieb gefallne, wird durch eine ähnliche Einrichtung dem ersten Paar Steinen wieder zugeführt, um noch einmal zerdrückt zu werden. Der Thonschlamm, *slip (slop)*, bar-

*) So oft im Folgenden Granit genannt wird, ist dieser zu verstehen.

betine, läuft durch eine Reihe von Sieben, denen eine schüttelnde Bewegung ertheilt wird, längst Gerinnen in eigne Thonbehälter.

Der zur Fabrikation nöthige Zusatz von Kieselerde wird aus Feuersteinen beschafft, daher auch der ältere Name *Flintware*, Feuersteinware, *cailloutage*, welche theils von Irland, theils von Gravesand kommen; sie werden in Calciniröfen, ähnlich den Kalköfen, gebrannt, in kaltem Wasser abgeschreckt, unter Pochstempeln oder Hammerwerken zerklöpft und auf eignen Mühlen gemahlen; letztere sind von folgender Einrichtung. Auf einem Bodenstein von Granit oder Quarzfels, *chert*, oder *cherts* in England genannt, (er kann auch aus mehreren Stücken zusammengesetzt sein), welcher in einem cylindrischen Gefäße liegt, wird ein Läufer, oder durch die Welle mit horizontalen, flügelartigen Armen mehrere schwere Steine derselben Art bewegt, zwischen welchen die zerstampften Kieselsteine mit einem Zusatz von Wasser fein gerieben werden. Die milchige Flüssigkeit wird durch feine seidne Siebe geleitet, und alle gröbern Theile zurückgegeben. Man macht den Kiesel-schlamm, so wie den Thonschlamm, von einem bestimmten Gewicht, so daß z. B. ein Weingallon des erstern 32 Unzen, des letztern 24 Unzen wiegt, mischt sodann im schicklichen Verhältniß beide zusammen, nach Maßgabe der Verschiedenheit des Thons, durchschnittlich $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{4}$ Kiesel auf 1 Thon. Dieses Mischen geschieht theils mit Rührern in großen Behältern, theils durch Maschinen in Flässern mit stehenden Flügelwellen.

[Zusammensetzung der Massen: zu der *cream colour* Waare 100 Thon, 20 Kiesel, 2 zersetzten Granit, *cornish stone*, siehe die vorige Seite, zu den zu bedruckenden Waaren, *printing body*, 40 Maass Thonschlamm, 13 M. Kieselschlamm, 12 M. Kaolinschlamm, 1 M. Granitschlamm.]

Hierauf wird die gemischte Thonmasse in eignen Abdampföfen, *slip kiln*, abgedampft und in einen steifen Teig verwandelt. Diese sind 12 Fuß breit, 20 bis 30 F. lang, der Boden aus feuerfesten Ziegeln oder gußeisernen Platten, unter welchen die Flammen zweier Feuerungen in hin und her gehenden Zügen sich verbreiten. Sobald die Masse die gehörige Steife hat, wird sie ausgestochen, und in einer Thonmaschine, deren Beschreibung bereits oben Seite 492 gegeben worden, mehrmals durchgearbeitet, in Ballen, *balloons*, geformt, und in einem feuchten Keller längere Zeit aufbewahrt, wodurch die Masse homogener wird, und einen eignen fauligen und ammoniakalischen Geruch verbreitet; über letztern siehe oben Seite 245. Je länger die Masse liegt, desto besser wird sie, sie schwindet dann gleichförmiger, indem das Wasser, so scheint es nämlich, gleichmäßiger unter die einzelnen Bestandtheile der Masse vertheilt ist.

Soll die Masse verarbeitet werden, so wird sie noch mit den Händen durchgearbeitet, indem der Arbeiter eine bestimmte Menge in zwei Theile theilt, mit Kraftanstrengung eins aufs andere wirft, *battage*, und den Klumpen in die Quere zertheilt, *coupage*, und so fortführt, um eine vollkommene Mengung und Dichtung zu bewirken, (*sloping and wedging*). Das Verarbeiten geschieht entweder auf der Scheibe, oder in Formen; auf erster werden alle runden, hohlen, cylindrischen, konischen Gegenstände gefertigt, dagegen ovale, flache und irreguläre in den letztern. Die Trittscheibe, *throwing lath, toure*, bewegt der Arbeiter theils selbst mit dem Fuß, oder sie wird mittelst eines Stricks an einem Krummzapfen der Spindel gedreht, oder durch ein Schnurrad bewegt, oder, wie bei *Wedgwood*, durch eine von einer Dampfmaschine bewegten Betriebswelle, auf welcher eine konische Riemscheibe sitzt, so wie eine dergleichen in entgegengesetzter Richtung auf einer horizontalen Welle unter jeder Scheibe, welche durch ein konisches Rad, das in ein gleiches der stehenden Scheibenspindel eingreift, letztere dreht. Durch diese Einrichtung kann der Arbeiter sich jede beliebige schnellere oder langsamere Bewegung erzeugen. Hat der Arbeiter die Masse aus dem Groben gefertigt, so läßt er sie etwas trocknen, und dreht sie dann auf einer Drehbank, *turning lathe, tour anglaise*, in hölzernen Futtern mittelst schneidender Werkzeuge, *tournassins*, ab. Henkel, Tüllen etc. werden in Gypsformen besonders geformt und mittelst aufgeweichter Thonmasse, Schlicker, *slip, barbotine*, angesetzt (*garnissage*).

Die Gypsformen werden also gebraucht: sollen flache Gegenstände, wie Teller, Asietten u. a. m. gefertigt werden, so wird erst ein Stück Thon auf einem Tisch zu einer dünnen runden Scheibe gebildet, *croûte*, diese in die Form gedrückt, mit einer ebenen Metallplatte der Grund des Tellers geebnet, mit einer Schablone aus Messing der Rand geformt und mit Messingdraht das Ueberflüssige am Rande abgeschnitten; sollen hohle Gegenstände angefertigt werden, so werden die aus zweien Hälften bestehenden Formen, eine jede mit einer Thonplatte versehen gegen einander gepreßt, um die beiden Hälften mit einander zu verbinden, *press works*. Um Röhren zu fertigen, bedient man sich eines eignen Presswerks mit einer Schraube und Kernstück in der Mitte der Oeffnung; eben so werden auch kanellirte Thonstücke gefertigt, welche zerschnitten als Henkel dienen etc. Man gießt auch in Gypsformen verschiedene Artikel, die binnen kurzer Zeit durch den Gyps getrocknet sind, so daß man sie herausnehmen kann.

[Das Genauere über das Formen, Gießen, Abdrehen, Fertigmachen etc. findet man im Artikel „Poteries“ von *Brongniart* im D. t. T. XVII. pag. 87, 94 u. f. beschrieben.]

Sämmtliche gedrehte, geformte Gegenstände werden nun in gehobten trocknen Stuben bei 30° auf Brettern, die in hölzernen Gerüsten liegen, langsam getrocknet, bis sie zum Brennen brauchbar sind. Das geschieht, um Asche, Rauch und Flamme von denselben abzuhalten, aus feuerfestem Thon und gebrannten gepulverten Kapselscherben angefertigten Kapseln, *cassettes*, *gazettes*, *saggars*, von verschiedner Form und Größe. Jede Kapsel hat zwei Hälften, die auf einander passen; man stellt in die unterste die zu brennende trockne Waare, und deckt die obere darüber, schichtet die Kapseln über einander im Ofen, so daß dadurch parallele Säulen, Kapselstöße, gebildet werden, die von den Wänden des Ofens und von einander etwas abstehn. Bei uns wird das Geschirr bei Holzfeuerung nicht in Kapseln verglüht, sondern frei in den Ofen gesetzt.

Der Steingutofen ist in England auf Steinkohlen- und Coaksfeuerung eingerichtet, so wie auch die Porzellanöfen; beide haben gleiche Form und weichen nur in der Weite und Höhe von einander ab. Der Ofen zum Brennen des Steinguts ist ein stehender, *four à alandiers*, hat 3 Fuß im Durchmesser und 7 Rostfeuerungen ringsherum, *moules*, *alandiers*; er ist entweder cylindrisch mit einem Gewölbe überspannt, oder konisch, nach oben zu beträchtlich verjüngt, mit einem Gewölbe, in welchem in der Mitte und ringsherum runde Rauchlöcher angebracht sind, welche mit Stöpseln verschlossen werden können; eine jede Rostfeuerung hat ihren eignen Rauchkanal der an der Wand des Ofens aufsteigt und 3 oder 4 Fuß unter dem Gewölbe endet, damit die Rauchmassen und das heftige Feuer zu Anfang des Brands die Kapseln nicht treffe, sondern durch die obern Oeffnungen entweichen kann. Die Flamme wird unter der Sohle des Ofens durch zwei kreisrunde concentrische Feuerzüge geleitet, und schlägt an mehreren Stellen durch Oeffnungen in den Ofen. Um denselben ist ein konischer Thurm, *howe*, gebaut, dessen Durchmesser an der Basis 25 bis 30 Fuß, in der obern Oeffnung 6 bis 8 F., die Höhe 40 bis 50 F. Die Zahl der Kapselsäulen beläuft sich in dem bezeichneten Ofen auf 48 bis 50. Es werden eigne Probescherben, *trial pieces*, *montres*, von rothen Thon, wie er in Staffordshire zu den Ziegeln gebraucht wird, eingesetzt, um ihnen den Gang des Ofens zu beurtheilen; sie werden durch eigne in der Umfassungsmauer angebrachte Oeffnungen gezogen, und mit Scherben von frühern Bränden verglichen. Um das Feuer an einzelnen Stellen des Ofens zu vermehren oder zu vermindern, werden die auf den Feuerungen liegenden Deckel gelüftet, wodurch kalte Luft hinzutreten kann, oder aufgelegt, wo die Hitze nicht stark genug ist. — Das Brennen dauert 40 bis 48 Stunden, während welcher Zeit 14 Tonnen Kohlen

verbraucht werden. Die Hitze beträgt gemeiniglich 60° W., nach andern 90 bis 100°. Ist das Brennen vollendet, so werden alle Oeffnungen geschlossen und mit Lehm verstrichen, nach dem Abkühlen des Ofens die Kapseln mit den gebrannten Geschirren herausgeschafft, welches *biscuit*, *terrecuit*, *dégourdi* heisst; dieses wird darauf mit einer Glasur überzogen, welche beim zweiten Brennen schmilzt, sich über die Oberfläche des Geschirrs verbreitet, und sich mit demselben innig verbindet. Es würde nämlich ohne diesen Ueberzug die poröse Thonmasse Flüssigkeiten durchsickern lassen, wodurch das Geschirr unreinlich und für den häuslichen Gebrauch unbrauchbar werden würde. — Die Glasur, *glazing*, *couvert*, *vernis*, besteht aus einer Mischung von Bleiweiß (kohlen. Bleioxyd), zersetztem Granit, Kiesel und Flintglas.

[Für die *cream colour* Waare besteht die Glasur aus: 40 Bleiweiß, 36 zersetztem Granit, 12 Kiesel, 4 Flintglas; die einzelnen Ingredienzien werden vorher nicht gefrittet, sondern blos sehr fein gemahlen, mit Wasser angerührt. Zu den *printing bodies* nimmt man eine farblose, oder schwach bläuliche, Glasur folgender Mischung: man frittet 20 Th. Flintglas, 6 Kiesel, 2 Salpeter, 1 Borax, und setzt zu 12 Theilen dieser Fritte 40 Bleiweiß, 36 zersetzten Granit, 8 Kiesel, 6 Flintglas. Für Waaren, die bemalt werden sollen, fertigt man die Glasur aus: 13 Theilen obiger Fritte, 50 Th. Mennige, 40 Bleiweiß, 12 Kiesel.]

Das Glasiren selbst geschieht also: man taucht in die Flüssigkeit, in welcher die fein gepulverten Bestandtheile der Glasurmasse durch Aufrühren schwebend erhalten werden, Biscuitwaare ein, *dipping*, *trempage*, und zieht sie nach einigen Augenblicken heraus, schwenkt sie, damit die Glasurmasse sich überall gleichförmig vertheile; an den Stellen, wo die Waare angefasst worden, trägt man mit dem Pinsel die Glasur nachträglich auf, *retouche*. Die Poren des gebrannten Geschirrs saugen sich voll Wasser, wodurch die fein zertheilten Partikel der Glasurmasse sich auf den Flächen niederschlagen und anhaften. Von den Rändern am Boden der Geschirre wird die Glasur sorgfältig abgeschabt, damit dieselben nicht an die Kapseln beim Brennen ankleben. Ist die Glasur aufgetrocknet, so werden die Geschirre in Kapseln gebracht; man pflegt dieselben innerlich mit Salz und Pottasche zu glasiren, damit sie dem Glanz der Glasur der Geschirre keinen Eintrag thun sollen. Damit nun die Geschirre, wenn man sie auf einander stellt, nicht ankleben, bedienen sich die Arbeiter der sogenannten Hahnensporn, *cock's spurns*, *pattes de coqs*, dreizackiger aus feuerfestem Thon geformter, mit feinen Endspitzen versehener Träger, die sie zwischen die Schalen, Hohlwaaren etc. einlegen. (Hierdurch müssen aber nothwendig fleckige Glasuren entstehen, denn da, wo diese Träger die mit Glasurmasse bedeckten

500 *Fabrikation des englischen Steinguts, bedruckte Waare.*

Flächen berühren, schmelzen sie an.) Der Einbrennofen, *glaze-oven*, hat dieselbe Form, ist aber etwas kleiner, hat etwa 11 bis 11½ Fuß Durchmesser, 7 Feuerungen, faßt 40 Kapselstöße, wird weniger angeheizt, auf 50° W., nach andern 30°; der Brand dauert nur 2 Stunden, und 5 bis 6 Stunden kühlt der Ofen ab, dann werden die Geschirre ausgenommen.

Eine gute Glasur muß durchsichtig, farblos, glänzend und hart sein, muß gleiche Ausdehnbarkeit mit der Thonwaare besitzen, damit sie beim Erwärmen und Abkühlen nicht reißt, und sich nicht in viele kleine Parteen zerklüftet; auch darf sie nicht für die Gesundheit nachtheilig sein, was stets der Fall ist, wenn zu viel Bleioxyd zugesetzt wird, welches nicht mit einer gehörigen Quantität Kieselerde verbunden ist. Glasuren ohne Bleioxyd, wie z. B. aus Kiesel und Pottasche oder Soda gefertigt, zerklüften sich sehr leicht, bekommen Haarrisse (*scandals*), aus den oben angegebenen Gründen. Die Masse des Steinguts ist etwas zusammengeintert, erdig, matt, saugt stark Wasser an, ist nicht durchscheinend, klingt nicht. Man verfertigt in England sehr gewöhnlich bedrucktes Steingut, indem sowohl unter die Glasur, als auch auf dieselbe Zeichnungen abgedruckt werden. Es vertragen aber nur wenige Pigmente die Hitze des Ofens beim Einbrennen der Glasur, die mebrsten verändern sich theils verflüchtigen, theils andere Farbentöne annehmen: folglich kann man aber unter der Glasur anwenden: Kobaltoxyd zur blauen bedruckten Waare, *blue printed*, und ein Gemisch von Eisenoxyd und Braunstein zu schwarzen Drucken. Man verfertigt eine farbige Glasur, zerreibt dieselbe zum feinsten Staub (setzt als Flussmittel Flintglas oder Kieselpulver hinzu). Um diese Farbe aufzudrucken, mischt man sie mit zur Honigdicke eingekochten Leinöl. Soll gedruckt werden, so reibt man die erwärmte Kupfer- oder Stahlplatte mit Farbe ein, nimmt die Ueberflüssige mit einem breiten Messer ab, reinigt die Platte, legt dieselbe sehr feines, ungeleimtes, mit Wasser angefeuchtetes Papier (*gold paper, silver paper, auch pottery tissue paper*, genannt, und drückt mittelst einer Druckerpresse die Farbe aufs Papier, welches man dann ins Wasser legt. Sogleich wird das bedruckte Papier nach dem Abfließen des überflüssigen Wassers aufs Geschirr gelegt, mittelst eines aus Flanell gefertigten Reibers aufgedrückt, um die Farbe auf das Geschirr abzudrucken. Darauf feuchtet man das Papier an um es abzunehmen, und bringt das Geschirr in mäßige Hitze, um den Firniß zu verflüchtigen, nachher in die Glasurflüssigkeit, welche vollkommen auf den farbigen Druck haftet, so wie auf der Gesamtoberfläche der Waare. Soll aber auf die Glasur gedruckt werden, so wird vorher die Saft-

mit einer Auflösung von Copal oder Terpentin in Terpentinöl bestrichen, und dann der Abdruck vollbracht.

[Man bedient sich auch zum Umdruck der Leimtafeln, indem man reinen Leim in Wasser auflöst, und auf Schüsseln ausgießt; sie sind 2 bis 3 Linien stark, von der Größe des Bildes, welches aufgedruckt werden soll; darauf wird die Kupferplatte erwärmt, mit dick eingekochtem Leinöl und wenig Terpentinöl ohne Farbe eingerieben und auf die Leimtafel, welche auf einer halbrunden erhabnen Fläche ruht, vermittelt einer an der Rückseite angebrachten Handhabe abgedruckt. Ist dies geschehen, so legt der Arbeiter die Leimtafel auf einen ebenen Tisch und rollt z. B. eine Tasse, auf welche die Zeichnung abgedruckt werden soll, langsam darüber, wodurch der Firnis auf die glasierte Waare umgedruckt wird. Man bestäubt den Abdruck mit der feingepulverten Farbe, läßt ihn trocknen und nimmt mit Baumwolle die lose Farbe auf, die nur da haftet, wo der Firnis aufgedruckt worden ist; hierauf wird die Farbe unter der Muffel eingebrannt. Die Leimtafel soll mehrmals gebraucht werden können.]

Auch malt man sowohl unter der Glasur, auf Biscuit, Rohmalerei, *peinture au grand feu*, diels kann jedoch nur mit wenigen Farben geschehen (siehe oben), als auch auf glasiertes Steingut; die bemalte Waare wird dann unter Muffeln in eignen Oefen eingebrannt, *peinture à réverbère*. Auch vergoldet man Steingut. Ueber die Verfahrungsweise beim Vergolden und Einbrennen siehe unter dem Artikel „Porzellan.“

[Es wird auch auf Steingut ein metallischer Lüster aufgetragen, zu welchem Behuf die Glasur sehr reich an Bleioxyd sein muß, um den Fluß des Ueberzugs zu bewirken. Man fertigt sie aus 60 Theilen Bleiglätte, 36 Th. sersetzten Granit und 15 Th. Kieselstein. Für den Platinkluster wendet man weißes Geschirr, für Gold- und Kupferluster dagegen muß der Grund dunkelfarbig sein, und je nachdem die Farbe dunkler oder heller ist, fällt auch der Lüster verschieden aus. Die Masse, welche man zu solchen Geschirren verarbeitet, wird gewöhnlich aus 4 Theilen Thon, Kaolin und Kiesel und 6 Th. Granit zusammengesetzt, sie ist braun und wird mit obiger Glasur überzogen; auch pflegt man auf weiße Geschirre diese braune Masse durch Beguß aufzutragen und dann zu glasiren.

Goldluster wird also verfertigt: man löst 48 Gran Gold in Königswasser auf, setzt 4½ Gran Zinn hinzu, und gießt eine kleine Menge dieser Auflösung zu 20 Gran Schwefelbalsam, welchen man mit der Hälfte seines Gewichts Terpentinöl verdünnt hat. Man mischt alles wohl, setzt nach und nach die ganze Goldsolution hinzu und unter Umrühren noch 30 Gran Terpentinöl. Man trägt diese Mischung mittelst eines Bausches auf das Geschirr auf und brennt den metallischen Ueberzug unter der Muffel ein. — Platinkluster. Man löst Platin in

Königswasser auf und setzt die Auflösung tropfenweis zu einem Gemisch von Steinkohlentheeröl, *Spirit of tar, esprit de goudron*, und Schwefelbalsam, beides zu gleichen Theilen. Diese Masse aufgetragen und eingebrannt giebt einen stahlgrauen Lüster; soll aber der Lüster silberweiß sein, so bereitet man sich durch Niederschlagung von Platinauflösung mittelst kohlens. Ammoniak einen Niederschlag, welchen man aussüßt, trocknet und mit jenem Firnis vermischt mittelst einer weichen Bürste aufträgt, einbrennt; man wiederholt das Verfahren mehrmals, reibt sodann die Oberfläche mit Baumwolle, wodurch ein Silberglanz sich zeigt. — Eisenluster wird mittelst Chloreisen (s. B. u. Eisenoxydul) und obiger Mischung gegeben. — Eine schwarze Glasur wird zu Nottingham aus 21 Bleiweiß, 5 Kiesel, 3 Braunstein gefertigt, auch kann man durch Cementiren mit Knochenkohle eine schwarze Farbe bewirken, welche aber leicht ungleich und theuer ausfällt.

Man pflegt in England auch Steingutgeschirre mit verschiedenfarbigen Verzierungen zu fabriciren; man preßt durch eine Molette auf einer Drehbank, *tour à guillocher*, die Umrisse der Figuren in die Oberfläche des Geschirrs, und füllt dieselben mit farbigem Thonschlicker durch den Beguß, *engobage*, mittelst einer Begußkanne, *pot à engober*, aus; ist alles gehörig trocken, so dreht man das Geschirr ab. Auch marmorirte Begüsse werden auf ähnliche Art gefertigt, indem zwei- oder dreierlei Begüsse in besondern Abtheilungen des Gefäßes sich befinden, und gleichzeitig ausfließen. Will man die ganze Oberfläche mit Beguß überziehen, so taucht man die Gefäße vorsichtig ein oder gießt den Beguß über; soll die innere Fläche damit bedeckt werden, so gießt man den Beguß hinein. Begüsse bestehen aus einer Thonmasse, welche theils von Natur gefärbt ist, wie geschlemmter Ocker, oder durch Zusatz einer durch Metalloxyd gefärbten Fritte eine bestimmte Farbe erhält.]

In Deutschland und Frankreich weicht man bei der Fabrikation des Steinguts von dem so eben erzählten englischen Fabrikationsbetrieb ab, auch ist ganz natürlich das rohe Material sehr verschieden, und dies bedingt eine wesentliche Abänderung. Die Steingutfabriken in Berlin und dem Regbk. Potsdam, Magdeburg beziehen ihren Thon aus Salzminde, die Fabriken im Regbk. Cöln und Trier von Vallendar; ein Zusatz von Kaolin oder Feldspath, welche einen Uebergang zur Porzellanmasse bedingen, wird nicht angewendet, wohl aber ein kleiner Zusatz von Kreide, wie z. B. zur Steingutmasse von *Boch-Buschmann* zu Metlach an der Saar. Das Brennen geschieht theils in einfachen Oefen, theils in Etagenöfen, wie sie beim Porzellan üblich sind, mit Holz- oder auch Steinkohlenfeuerung, in welchen 2 oder 3 besondere Räume durch Gewölbe geschieden, von einem Feuer geheizt werden. Man hat aber auch Etagenöfen, wo in jeder Etage besondere Feuerungen ange-

bracht sind, wie die Zeichnungen auf Taf. VII. Fig. 1, 2, 3 und 4 darstellen; ein solcher Ofen ist in der von Schwardstein'schen Steingutfabrik und der Fabrik feuerfester Steine von Hrn. Albrecht ausgeführt.

[Ein ähnlicher Ofen wird im D. t. Tom. XVII pag. 136 und 331 erwähnt, der zu Doccia, bei Florenz, in der Porzellan- und Steingutfabrik des Marquis Ginori erbaut ist.]

Das Brennen geschieht, wie auch bei dem Fayence, in Kokers *), welche aus feuerfestem Thon, mit einem Zusatz von Charmotte, in Form von Cylindern ohne Boden und Deckel angefertigt werden; dies geschieht dadurch, daß man die Thonmasse auf ein Tuch, welches unter einem Rahmen liegt, ausbreitet, und so zu einer viereckigen Fläche mit den Händen und mittelst hölzerner Instrumente ausbreitet. Diese Thonplatte wird dann mittelst des Tuchs um einen hölzernen Cylinders, *tambour*, gewickelt, und die aneinanderstossenden Näthe vereinigt. In den Kokers werden flache Geräthe, wie Teller, Schüsseln etc. durch dreikantige, aus Thon gefertigte, und durch 3 Löcher in einer horizontalen Ebene hindurchgesteckte, Pinne, *pernettes*, unterstützt, so daß die Geräthe in dicht gedrängter Reihenfolge über einander mit möglichster Raumersparnis eingesetzt werden können. Kleinere und größere Gegenstände, welche nicht wie Teller und Schüsseln große Flächen einnehmen, werden auf scheibenförmige, aus feuerfestem Thon gefertigte, Platten (*Pombs*) gestellt, die gleichfalls durch Pinne unterstützt werden. Die Kokers werden, wie die Kapseln, über einander in Säulen aufgesetzt, die Löcher der Pinne mit Thon verstrichen, so auch die Fugen der Kokers, von denen nur der oberste und unterste Boden haben. Durch diese Einrichtung wird viel Raum erspart im Vergleich mit dem Porzellan, welches, da es beim Einbrennen der Glasur weich wird, sich verzieht, in allen Punkten der untern Fläche möglichst unterstützt werden muß, was beim Steingut nicht der Fall ist, da dieses nicht weich, sondern immer härter wird. Die beträchtliche Raumersparnis gewährt natürlich Ersparnis an Brennmaterial.

Die Glasuren betreffend, so sind diese in qualitativer und quantitativer Hinsicht sehr verschieden. Man wendet Quarz, Sand, Mennige, Glas, Soda, Granit etc. an, und sucht für schön weisse Massen die Glasur durch Salpeter zu entfärben, setzt auch ein wenig Kobaltoxyd hinzu, um einen Stich ins Bläuliche zu geben. Brennen sich die Massen etwas gelblich, so setzt man der Glasur etwas Zinnoxid zu, um dieselbe undurchsichtig zu machen, wodurch das gelbliche bedeckt wird, dann

*) Koker bedeutet im Holländischen Köcher, Futteral.

kann die Masse noch so stark gefärbt sein, und die Oberfläche sich dennoch weiß aus. Was die Malerei auf Biscuit unter der Glasur betrifft, so hat man gefunden, daß die Schwierigkeit wegen des augenblicklichen Ansaugens der Farben durch ein vorgängiges Eintauchen in schwaches Gummi- oder Leimwasser größtentheils aufgehoben werden kann, daß das Durchpauschen mit Braunkohlenstaub vortheilhaft, wie der Gebrauch von enkaustischen Zeichnenstiften für die Conture statt der Pinsel.

[*Albrecht*, in *Weber's Zeitblatt für Gewerbtreibende*. Bd. 3. S. 199. — Steingutfabriken sind im preuss. Staat: in Berlin die *v. Eckardstein'sche* in Rheinsberg, in Althaldensleben bei Magdeburg von *Nathusius*, in Magdeburg, in Ratibor, in Proskau in Oberschlesien, in Metlach an der Saar, von *Boch-Buschmann*, zu Wallerfangen von *Villeroi*, beide in Regbz. Trier, zu Bonn, Cöln, Nippes, Frechem im Regbz. Cöln. *Brongniart*, Artikel „*Argile*“, im *D. d. sc. n.* Tom. III. p. 1., in *D. t.* Tom. XVII. p. 251. *Rees Cyclop.* Vol. 28 „*Pottery*“ — *P. e. E.* Vol. II. p. 72. — *St. Amand*, im *B. d. l. s. d. Enc.* 1829. p. 1: 83, 152.]

2. Vom Fayence.

Man versteht unter Fayence eine irdne Waare, welche theils aus farbigen, theils auch aus ziemlich weißen Thon, Töpferthon und Thonmergel, gefertigt ist, und eine undurchsichtige, sowohl weißse, zinnoxydhaltende, als auch farbige Glasur hat, einerseits an das englische Steingut angränzt, von welchem es sich aber durch die undurchsichtige Glasur, welche eine Kruste auf der Thonmasse bildet, und den kalkreichen, folglich schmelzbaren, Thon unterscheidet, anderentheils, namentlich das ordinäre Fayence von sich roth brennendem Thon, mit der gemeinen Töpferwaare, besonders den Ofenkacheln, nahe verwandt. Die Franzosen nennen sowohl das englische Steingut, als auch das Fayence, zusammen *Faïence*, unterscheiden aber *Faïence anglaise*, *F. fine terre de pipes*, und *Faïence commune*, (*blanche et brune*). In Deutschland rechnet man auch wohl das Fayence, welches aus ziemlich weißen Thon gefertigt wird, mit zum Steingut, von dem es sich jedoch wie schon erwähnt, unterscheidet.

[Die ältesten Spuren von Fayence finden sich im 9ten Jahrhundert bei den Arabern in Spanien, später verbreitete sich im 13ten, besonders in der Mitte des 14ten Jahrhunderts, die Fabrikation von Majorka auch nach Italien, woher man auch den Namen Majolika ableitet, mit welchem man besonders in Italien dieses Geschirr bezeichnet. Es wurde auch Porzellan genannt. Die ersten Geschirre der Art wurden zu Faenza im Kirchenstaat, später auch zu Castel Durante, Florenz verfertigt; si

gehören jetzt zu den Kunstseltenheiten. Ein italienischer Bildhauer *della Robbia* verfertigte gegen 1450 aus jener Masse Basreliefs; später behaupteten die Fabrikate von Pesaro den ersten Rang. Man fertigte dieselben aus einem ganz gemeinen, zum Theil ungeschlemmten Thon, der mit unserm Ofenkachelthon kaum vergleichbar ist, und sich im Feuer durch einen Gehalt an Eisenoxyd röthlich, auch wohl roth färbt. Die Glasur ist eine ganz gemeine undurchsichtige Kachelglasur, aus Blei- und Zinnoxid mit Pottasche oder Soda und Sand gefertigt. Sie zeichnen sich aber oft durch eine sehr gefällige Form, und durch originelle Malereien aus, die an die Schule eines *Raphael**) erinnern. Die Farben stehen freilich sehr hinter den jetzigen zurück, da damals die Chemie noch in der Kindheit war. *Bernhard von Palissy* verfertigte in der Mitte des 16ten Jahrhunderts das erste weiße Fayence zu Saintes in Frankreich. Aehnliches lieferten später die Holländer unter dem Namen Delfter Porzellan, *Delfware*, *Poterie de Delft*; es bestand aus einer eisenhaltigen Thonmasse, die aus rothen, blauen Thon und Mergel gemischt, mit undurchsichtiger, zinnhaltiger Glasur bedeckt war, weniger geschmackvoll in Form, aber von sehr geschickten Künstlern bemalt. Auch diese Geschirre, welche vor Erfindung des Porzellans in Europa sehr gesucht waren, sind jetzt längst untergegangen, und die Ueberreste nur noch in Kunst- und Fabrikatensammlungen zu finden.]

Man fabricirt jetzt hauptsächlich zweierlei Sorten Fayence, nämlich weißes und, weniger bei uns als in Frankreich, braunes, aus Thon und Kalkmergel, Thonmergel, Sand. Diese werden geschlemmt, jedoch oft und zwar zu den braunen Waarengattungen weniger genau, mit Sand, statt mit Kieselsteinpulver, vermengt und in den Thonbehältern an der Luft abgetrocknet. (Um dieses zu beschleunigen, bedienen sich die kleinern französischen Fabriken größer, aus Gyps oder Lehm geformter und gebrannter, Abtrockengefäße, *renversoires*, in welche man den dicken Schlamm, *barbotine*, füllt, in denen er schnell, durch Wasserabsorption von Seiten jener porösen Substanzen, trocknet.) Das Brennen geschieht in einfachen oder Etagenöfen, gewöhnlich stehenden. Brennt man in einfachen, so setzt man die lufttrockne Waare und das mit Glasurmasse bedeckte Geschirr, letzteres in Kokers, gleichzeitig ein, und zwar letzteres zunächst der Sohle des Ofens, ersteres aber höher hinauf, wo die Hitze geringer ist, 17° W., denn wenn die Waare vor der Glasur zu stark gebrannt wird, nimmt sie, wie Porzellan, die Glasur schwer an; zum Einbrennen der Glasur muß aber die Hitze beträcht-

*) Dafs der unsterbliche *Raphael* selbst Gemälde auf Majolika gefertigt, ist eine völlig grundlose Behauptung; der Name *Raphael*, den man auf Geschirren antrifft, bezieht sich auf andere Künstler gleiches Namens.

lich stärker sein, $27^{\circ} W$. Bei Etageöfen brennt man die Glasur im unteren Ofen ein. Fast ohne Ausnahme brennt man Holz beim Anfeuern des Ofens, wozu Kienholz vorzüglich brauchbar, man hat auch Torf versucht, welcher aber durch seine viele Asche, welche die Koker glasiert und Zerspringen bedingt, nicht so vortheilhaft ist.

Die weiße Glasur, *email*, wird aus Blei- und Zinnoxid, Sand und fixen Alkalien oder Kochsalz bereitet. Das Zinnoxid, als unschmelzbarer Körper, bedingt das trübe, undurchsichtige und die weiße Farbe. Man schmilzt 100 Theile Blei mit 22 Th. Zinn, (andere nehmen 25 30) in einem eignen Reverberirofen, *fournette*, zusammen und läßt über die Oberfläche des Metalls Luft strömen, wodurch sich dieses in Oxyd von aschgrauer Farbe verwandelt; von Zeit zu Zeit zieht man die Oxydecke mit Kratzen ab, bis alles Metall verbrannt ist. Dann wird das Oxyd noch auf einige Zeit unter fleißigem Wenden der Hitze und dem Zutritt der Luft auf der Sohle des Ofens ausgesetzt, darauf herausgenommen. Das Product, *calcine*, wiegt gegen 10% mehr als die Metalle, da aber kein unverändertes Metall mehr enthalten. Herr Feilner bedient sich einer aus Charmottemasse gefertigten Muffel, welche vorn und hinten mit Oeffnungen versehen, um einen Luftstrom hindurchzuführen, wodurch das Metall sich oxydirt.

[Folgendes sind einige Mischungen zu weißem Email:

100 Th. Blei- u. Zinnoxid (von 100:22) 100 Sand, 18 Kochsalz, 5 Mennig
100 „ „ „ — — 100 „ 6 „ 6 Soda.

Der Sand muß schmelzbar sein, d. h. er muß nicht reine Kieselerde sondern er muß etwas Kalk- und Thonerde enthalten; in Frankreich wird der Sand von Désise bei Nevers angewendet, bei uns der von der Mühlsbergen. Ist derselbe ganz rein, so muß etwas mehr Schmelzmittel hinzugesetzt werden. Hier in Berlin wendet man weißes Glas zur Emailbereitung an.]

Die Materialien werden innig gemengt, durch feine Siebe geschlagen, wobei wegen des Bleistaubs, der auf die Gesundheit nachtheilig wirkt, Vorsicht nöthig ist. Man bringt die Masse theils in Schmelztöpfe, (Glashäfen) theils in mit Sand ausgestreute Gruben in den Feuerraum unter den Ofen, wo dieselbe während des Brandes bei $50^{\circ} W$ schmilzt; ist das Feuer ausgegangen, der Ofen erkaltet, so nimmt man die geflossene Masse heraus, schlägt den angefritteten Sand ab, und mahlt, *éplucher*, die weiße undurchsichtige Glasur auf eignen Mühlen deren Einrichtung gleich den oben beschriebenen ist, (siehe Seite 496).

Bedient man sich zur Emailbereitung der Kochtöpfe, so stellt man 3 bis 5 in eignen Oefen, nach Art der Glasöfen, auf. Um das Feuer recht um die Häfen herum zu leiten, sind hinter jedem Hafen Züge i

der Umfassungsmauer des Ofens angebracht, die mit dem Feuerloch in der Mitte der Kuppel in einen Schornstein einmünden. Die Zeit, während welcher das Email fertig gekocht, beträgt 12 Stunden, wenn der Ofen im Gang ist. Solche Einrichtungen sind in Wallerfangen, in Berlin bei Herrn Feilner. Die gekochte Masse wird ausgeschöpft, in kaltem Wasser abgeschreckt, gemahlen etc.

[Zu der braunen, oder schwarzbraunen, Glasur gebraucht man kein Zinnoxyd, sondern z. B. 100 Mennige, 86 Ziegelmehl, 12 Braunstein; die Materialien werden mit einander vermahlen und nicht vorher gefrittet. Grünes Email aus weißem und Kupferoxyd, welches man zu den Ingredienzien der erstern zusetzt, und beide zusammenfrittet. Blaues E., ein Gemeng von weißem und Smalte, welches man zusammen mahlt; gelbes E. mittelst antimonigs. Kali (Antimonium diaphoreticum, die Bereitung siehe bei dem Artikel „Spiegelslanz“), welches man mit gleichviel Bleiglätte, und $\frac{1}{2}$ Salmiak, ($\frac{1}{2}$ Alaun) innig mengt, und in dem Feuerraum in eine Kapsel eingeschlossen einsetzt. Man erhält dadurch eine schöne gelbe Substanz, Neapelgelb, (*Jaune de Naples*), welches mit weißem E. zusammen gemischt wird. Violetttes E. mittelst Braunstein, den man in kleinen Portionen mit einem Zusatz von Salpeter dem weißen E. zusetzt, und zusammenfrittet.]

Das Glasiren geschieht, wie beim Steingut beschrieben worden, durchs Eintauchen in die dünne Breimasse des feingeriebnen Emails mit Wasser; auf die gehörige Dicke des Ueberzugs kommt viel an, denn da die Masse durchs Brennen mehr oder minder röthlich wird, so muß die weiße undurchsichtige Glasur eine gewisse Dicke haben, um das Glasiren des rothen Grunds ganz zu beseitigen, ($\frac{1}{2}$ Linie Dicke); für braune und andere dunkelfarbige Glasuren kann er $\frac{1}{2}$ Linie höchstens betragen, und dennoch ist das Durchscheinen gehoben. Sind die Waaren trocken, so werden sie in Kokers auf bekannte Art eingeschlossen, einer mäßigen Hitze ausgesetzt um die Glasur in Fluß zu setzen. Dafs die Leitung des Feuers eine sehr wichtige Sache ist, leuchtet ein, denn sowohl durch zu niedere Hitzegrade, als durch zu hohe, kann Nachtheil entstehen, im letztern Fall können die Geschirre weich werden, zusammensinken, und das Email ganz blasig werden, *bouillionner*; (welchen Einfluß zu grofse Hitze auf das Biscuit hat, ist bereits vorn Seite 505 gelehrt worden). Die Dauer des Brennens ist etwa 18 bis 20 Stunden. Ein Uebelstand bei allen undurchsichtigen Fayenceglasuren ist, dafs sie leicht Haarrisse bekommen, *fendiller*, selbst bersten, wenn die Masse kalkreich ist, und abblättern.

Man bemalt auch das Fayence sowohl auf die noch uneingebrannte Glasur, Rohmalerei, indem dann zugleich die Glasur und die Farben eingebrannt werden, als auch auf die schon emailirten Geschirre, dann

brennt man unter einer Muffel die Farben bei 4 bis 5° W. nachträglich ein. Man bedient sich zu erstem Zweck des Kobaltoxyds, oder der Smalte, zu blau, des Hammerschlags, Kupferoxyds und Braunsteins zu gleichen Theilen zu schwarz, calcinirten Ockers und Siener Erde zu braun, Neapelgelbs, Manganoxyds zu violett, Colcothars mit gebranntem Alaun vermischt zu roth, des Chromoxyds zu grün, (Kupferoxyd ist nicht gut anwendbar, da es flüchtig ist). Alle diese Farben werden ohne besonders zugesetzte Flussmittel aufgetragen, und schmelzen mit der Glasur ein. Die Farben aber, welche auf die Glasur gemalt werden, bekommen einen Zusatz von Flussmitteln, (Borax, Salpeter, Kreide, Sand, Bleiglätte), um bei einer sehr niedern Temperatur zu schmelzen; es sind im Allgemeinen dieselben Pigmente, deren bereits Erwähnung geschehen ist.

[Fayencefabriken, wenn man nicht unter diesem Namen auch das Steingut mit begreift, sind im preuss. Staat wohl nur sehr wenige, oder wohl gar keine; in Frankreich unter andern in Paris, Laneville, Nevers, Rouen u. a. a. O. Die bläurothe Masse des letztern schmilzt bei 150° W. zu einer festen, durchsichtigen Glasmasse, von der Farbe dunkelgefärbter Feuersteine, die Bestandtheile derselben waren gleich denen der gewöhnlichen Hohofenschlacken, (siehe unten). Ein braunes Fayence von Paris hatte eine rothe Masse und hielt starkes Feuer aus, ohne zu schmelzen. Analysen von Berthier:

Fayencemasse von Nevers.					Fayencemasse von Paris.				
Kieselerde	57,2	—	—	—	—	—	—	—	54,1
Thonerde	12,4	—	—	—	—	—	—	—	12,7
Kalkerde	22,6	—	—	—	—	—	—	—	6,3
Eisenoxyd	6,6	—	—	—	—	—	—	—	7,0
Magnesia	—	—	—	—	—	—	—	—	2,4
Wasser (Kohlen- u. Schwefelsäure)									17,3
<hr/>					<hr/>				
98,8					99,8.				

Brongniart, im *D. d. sc. n. T. III. p. 67*, im *D. t. T. XVII. p. 235*, *T. XV. p. 476*, über Fayencemalerei; Bastenaire-Daudenart, *l'art de fabriquer la faïence, recouverte d'un émail opaque, blanc et coloré*, Paris 1828. — Berthier, in *D. p. J. Bd. 29. S. 63.*

3. Vom Töpferzeug, Schmelztiegeln.

Die Verfertigung von Töpferzeug, *Poterie commune*, *coarse Pottery*, ist sehr alt; schon in den frühesten Zeiten verfertigten die Völker des Alterthums unglasirte Waaren aus gemeinem Thon, wie noch heut zu Tage die Blumentöpfe, hin und wieder Ofenkacheln, Zuckerhutformen (Ziegel, Röhren) u. a. m. ohne Glasur gebrannt werden. Die Glasur mittelst eines Bleiglasses ist erst in späterer Zeit erfunden worden.

erscheidet Weistöpferei (Küchengeschirr), Brauntöpferei (Bunz-Valdenburger Geschirr), Tiegelbrennerei etc.

Anfertigung der verschiedenen Töpferwaaren dienen sehr verschiedene Thonarten; für die Weistöpferei der gemeine Töpferthon, welcher kohlen. Kalk und Eisenoxyd enthält; für die Brauntöpferei ein feuerbeständiger, und für die Schmelzgefäße ein noch im höhern Grade schmelzbarer Thon. Derselbe wird theils geschlemmt, theils geschlemmt verarbeitet, je nach der Waare, die man daraus verfertigt, und der Beschaffenheit des Thons. Oft verarbeitet man verschiedene Thonarten, indem der eine zu fett, der andere zu mager ist, und Vermengen aber das rechte Verhältniß erlangt wird. Der Thon wird eingesumpft, durchgestochen, auf Haufen geschlagen, mit der Sense herabgeschnitten, durchgetreten, in Ballen gestossen. Vor der Verarbeitung wird er noch auf der Bank mit den Händen gut durchgeknetet (geglichen), oder mit einem Streichholz heruntergestrichen, um alle Steine und Knoten herauskommen. Das Verarbeiten geschieht theils von der Hand, oft auch mit einer Schablone (Leere) auf der gewöhnlichen mit dem Fuß bewegten Drehscheibe. Ist die Waare lufttrocken, so glasirt man sie, wenn sie für den Küchengebrauch bestimmt ist, theils glasirt, theils erst einmal gebrannt, ehe die Glasur darauf gegeben wird, je nachdem es die Qualität des Thons und der zu fertigenden Waare mit sich bringt. Sollen die Geschirre weiße Glasur bekommen, so begießt man sie vor dem Glasiren noch mit weißem Thon, wie auch, wie bei Ofenkacheln es der Fall ist, die röthliche Farbe des Thons durch die undurchsichtige Zinnglasur des Emails gedeckt wird.

Die gemeine Töpferglasur ist ein leichtflüssiges Bleiglas (kiesels. Thon + kiesels. Thonerde), welches bei mäßiger Hitze schmilzt, und mit der Oberfläche der Geschirre innig verbinden kann. Man vermischt hierzu der Bleiglätte (Bleioxyd), oder auch des Bleiglanzes (Zinnblei, Glasurerz, *Alquistour*). Diese bleiischen Materialien werden in Glasurmühlen fein gemahlen, mit einer gewissen Menge (Versatzlehm) innig vermengt; für weiße Glasuren wendet man feinen Lehm geschlemmten Sand an, mit Wasser zu einem dünnen Brei gerührt, in welchen man die Geschirre theils eintaucht, theils bestreicht, oder bespült man auch bloß eine Fläche, trägt auch wohl mittelst des Pinsels die Glasur auf. Seltner wird die lufttrockne Waare vor dem Glasiren halb gebrannt, wie z. B. Ofenkacheln u. a. m. Da sie theils weniger porös in die Glasurflüssigkeit gelangen, also Wasser anziehen, sich daher nicht so dick mit Glasurmasse bedecken, theils kann man nach diesem Verfahren geborstene Geschirre vor dem Glasiren ausschleusen, die sonst glasirt verworfen wer-

den müssen. Es erfordert jedoch eine solche Behandlung mehr Brennmaterial, größere, geräumigere Öfen. Wo man sie in Anwendung bringt, setzt man sowohl glasirtes als unglasirtes Geschirr gleichzeitig in den Ofen ein, wodurch man beide Zwecke zugleich erreicht. Beim Brennen schmilzt die Glasur, das Bleioxyd der Glätte, oder das durch Oxydation des Bleiglänzes erzeugte Oxyd, (schwefligsaures Gas entweicht,) verbindet sich mit der Kiesel- und Thonerde des Thons, und bedeckt die Oberfläche mit einem schmutzig gelben Glas. Soll die Glasur eine andere Farbe erhalten, z. B. braun erscheinen, so setzt man Hammerschlag hinzu, grün Kupfer(asche)oxyd, schwarz Braunstein, dunkelgelb spiefsglanzige Säure (*Antimonium diaphoreticum*), oder rohes Schwefelspießglanz, desgleichen Eisenoxyd, blau durch Zaffra, weiß durch einen Zusatz von Zinnoxid; auch werden diese Farben roh auf die noch nicht eingebrannte Glasur aufgetragen, indem man aus jenen mittelst Bleiglätte und etwas Thon eine leichtflüssige Fritte zusammensetzt, welche gepulvert und mit Wasser angemengt aufgetragen wird. Je mehr Bleiglätte von dem Töpfer angewendet wird, desto leichter schmilzt die Glasur, desto geringere Hitze ist im Ofen, also desto weniger Holz erforderlich; setzt aber derselbe weniger Glätte zum Versatzlehm, so fließt die Glasur weniger leicht, erfordert eine größere Hitze und also mehr Brennmaterial. 4 Theile Lehm und 7 Th. Glätte sind ein schickliches Verhältniß, eben so 3 : 5. Der Versatzlehm wird vorher geschlemmt, um die Sandtheile zu entfernen, dann mit der Glätte gehörig vermengt, was am schicklichsten auf der Glasurmühle geschieht. Ist die Glasurmasse in einem passenden Verhältniß, welches nur für eine bestimmte Art von Töpferthon passen kann, und für jede andere modificirt werden muß, gemischt, so bleibt nach dem Brennen kein loses Bleioxyd übrig, alles ist gehörig mit Kieselerde verbunden, verglast, und in den gewöhnlichen schwächern Säuren so gut als unlöslich. Hat dagegen der Töpfer eine größere Menge Bleioxyd angewendet, und eine geringere Hitze gegeben, so kann es der Fall sein, daß sich eine Portion Bleioxyd mit der Kieselerde nicht gehörig verbunden hat, und daher von den in Küchen gebrauchten Pflanzensäuren aufgelöst werden kann.

Man hat die Töpferglasur als der Gesundheit nachtheilig erklärt, und ihre gänzliche Verwerfung gewünscht. Daß man in dieser Beziehung manches mit zu grellen Farben geschildert hat, ist unleugbar, eben so wünschenswerth aber auch eine bleifreie Glasur, welche alle Bedingungen erfüllt, denen die Bleiglasur zeither genüge, zu ermitteln und statt der erstern im allgemeinen Gebrauch zu ziehen; allein eine solche scheint noch nicht gefunden zu sein. Theils sind manche der vorgeschlagenen

bleifreien Töpferglasuren zu strengflüssig, so daß entweder die gewöhnlichen Töpferöfen einen hierzu erforderlichen Hitzegrad nicht hervorbringen, oder die Thonmassen weich werden, und selbst früher schmelzen würden, als die Glasuren; theils bekommen sie Risse, eine Folge davon, daß die Ausdehnbarkeit und Zusammenziehung des Thons nicht gleich ist mit der der Glasur, wodurch auch Abblätterungen entstehen; theils sind sie auch mit mehr Umständen, bessern und kostspieligern Einrichtungen verknüpft, oder erfordern mehr Kenntnisse, als von einem gewöhnlichen Landtöpfer erwartet werden können, theils — und dies ist ein wichtiger Punkt — waren sie beträchtlich theurer, als die gewöhnliche Glasur.

[Einige Vorschriften zu bleifreien Glasuren für Töpferzeug. *Chaptal* schlug Flintglas vor, welches fein gemahlen mit geschlemmten Lehm versetzt als Glasur aufgetragen wird. Sie dürfte aber einmal zu strengflüssig sein, und zweitens leicht Risse bekommen. Aehnliche Vorschriften haben gegeben *Frick*, *Feilner*, z. B. 5 Theile calcinirtes kohlens. Natron und 9 Th. feiner Sand werden in einer irdnen Kapsel, deren Boden und Wände mit Kreide ausgestrichen sind, im Töpferofen zusammengeschmolzen, das Glas gemahlen, mit Wasser angemengt etc. Das Glas hat eine grüne Farbe, kann auf lufttrocknes Geschirr angewendet werden, ohne daß es vorher verglüh't zu sein braucht. Vortheilhafter wäre die Bereitung der Glasurmasse auf Glashütten, aus Glasbrocken und einem Zusatz von kohlens. Natron, oder trockenem Glaubersalz und Koble. — 8 Theile calcinirtes kohlens. Natron, 7 Th. feiner Sand, 1 Th. geschlemmter weißer Thon. Dieser Zusatz vermindert das leicht rissig werden. — 4 Theile geschlemmter Lehm, und 2 Th. Flussspathpulver werden zu einem dunkelbraunen, schwammigen Glas zusammengefrittet; giebt eine blasgelbe Glasur. — 4 Theile geschlemmter Lehm und 1 Theil fein gepulverter Hammerschlag geben eine schwärzlich-rothe Fritte, und auf dem Thon eine schwarze, sehr haltbare Glasur. — *Fourmy* in Paris schlug Birnsstein vor mit $\frac{1}{6}$ Braunstein versetzt, Lava; zu strengflüssig für gemeines Töpferzeug, für Steinzeug passend. — *Niesemann's* Glasur, aus Salpeter und Pottasche von jedem 4 Theile, Salz 8 Th., Glas 3 Th.; dies muß noch mit einem Bindemittel gefrittet werden. (Wozu das Salz, welches nicht leicht verglast und der theure Salpeter?) — *Fuchs's* Glasur aus Glas und Kieselsteinpulver von jedem 12 Theile, Salz $\frac{1}{2}$ Th., weißer Pfeifenthon 1 Th., Borax 3 Th.; es wird zusammengeschmolzen und auf verglüh'tes Geschirr aufgetragen; zu theuer durch den Borax. Nimmt man Feuerstein, Glas, Pottasche, Salpeter von jedem 2 Th., Pfeifenthon und Salz von jedem 1 Th., so erhält man eine Glasurmasse, welche nach dem Zusammenschmelzen auf lufttrocknes Geschirr aufgetragen werden kann, und eine gelbe Glasur giebt. — *Meigh's* Glasur für

Geschirr aus sich rothbrennenden Thon. Die lufttrocknen Geschirre erhalten erst einen Beguß mit rothen sehr zarten Mergel, dann, wenn dieser aufgetrocknet ist, mit einer Glasurmasse, welche aus zersetztem feldspathreichen Granit (*cornish stone*), Glas und Braunstein zu gleichen Theilen zusammengefrittet worden. Für unsere gewöhnliche Töpferwaare zu strengflüssig. — Man hat auch Phonolith (Klingstein) empfohlen. — Wasserglas aus Natron und Kali gefertigt hat Leibl anzuwenden gelehrt, und zwar mit einem Zusatz von kohlens. Kalk, so daß beim Brennen sich auch kiesels. Kalk bildet. — Salzglasur ist auf Töpferzeug nicht anzuwenden, sie erfordert eine zu starke Hitze um einzubrennen, wobei die Waare eher schmelzen würde.]

Der gewöhnliche Töpferofen ist länglich-viereckig, von verschiedener Größe, mit einem Tonnengewölbe überspannt; an der einen schmalen Vorderwand sind 3 Schürflöcher, von denen das mittelste das größte ist; vor der Hinterwand ist auf das Gewölbe ein Schornstein aufgesetzt, in der Hinterwand das Kriechloch. Hinter der Vorderwand wird aus Ziegelsteinen eine Scheidewand, Ständer, angebracht, welche die Feuerkammer, *fournaise*, von dem eigentlichen Ofenraum scheidet. In dem Ständer werden größere Oeffnungen, den Schürflöchern entsprechend, ausgespart, und kleinere, indem man zwischen je 2 Ziegeln Zwischenräume läßt. Man setzt auch aus losen Ziegeln den Schürflöchern entsprechende Kanäle durch die Länge des Ofens, die man Schürgänge nennt, in welche während des Brands Holz durch die Schürflöcher eingeschoben wird. Man füllt nun den Ofen von vorn nach hinten mit Geschirr an, setzt in die Töpfe auf kleine Dreifüße kleinere Geschirre und deckt dann mit Thonplatten dieselben zu, stellt darauf wieder andere Geschirre etc., bis der Ofen gehörig bis ans Gewölbe gefüllt ist. Schüsseln, Näpfe etc. werden zu oberst aufgestellt, und zwar auf die Kante, und mit ihnen der Ofen verlegt. Das Geschirr, welches die stärkste Hitze verträgt, wird zunächst dem Ständer geschichtet und umgekehrt. Das Feuer wird zuerst im mittelsten Schürloch angemacht, und ziemlich lange in demselben allein unterhalten, dann werden auch die Seitenlöcher aufgebrochen, eingeschürt und das Holz allmählig weiter in den Schürgängen in den Ofen hintergestossen. Das Brennen dauert ungefähr 26 bis 30 Stunden, dann wird der Ofen zugeschmiert, worauf er allmählig abkühlt.

Die Masse des Töpferzeugs ist auf dem Bruch erdig, gelblich-weiß, porös, verträgt bedeutende Abwechselung der Temperatur ohne zu reißen und zerspringen, schmilzt bei höhern Hitzgraden durch den Gehalt an Kalk und Eisenoxyd; die Glasur muß gut eingebrannt sein, keine Risse bekommen, noch weniger abblättern, darf keinen Ueberschuß an Bleioxyd enthalten, welches dadurch erkannt wird, daß man Essig in dem

dem Geschirr kocht, darauf den Essig auf einen Gehalt an Bleioxyd mittel Schwefelwasserstoffgas, oder hydrothions. Schwefelammonium prüft, wodurch ein schwarzer, durch chroms. Kali ein gelber Niederschlag entsteht. Es ist überhaupt gut, jeden neuen Topf einer Vorbehandlung mit Essig zu unterwerfen, um die Glasur vom losen Bleioxyd zu befreien.

Das bunzlauer Geschirr, welches in dem östlichen Theil der preuss. Monarchie allgemein beliebt ist, wird aus einem ziemlich feuerfesten Thon gefertigt, den man in der Nähe der Stadt bei Tillendorf findet; (die Vorbereitung des Thons ist bereits oben Seite 509 beschrieben worden.) Das gefertigte und schnell getrocknete Geschirr wird dann mit blutrothem Begufsthon von Neuland, bei Bunzlau, gefärbt, d. h. begossen; er wird gesiebt, geschlemmt, und für die ordinären Töpfe ohne Versatz gebraucht, für die Kaffeekännchen und andere feinere Geschirre, wird derselbe noch mit einem gelben versetzt. In diese Farbe taucht man die Geschirre so ein, daß nur die Außenfläche sich damit überzieht; zur Glasur auf der innern Fläche dient für die Töpfe ein Gemeng von fein gemahlner Glätte und gelber Erde. Aufswendig bekommen nur die Kaffeekännchen Glasur und zwar mit derselben gemischten Masse, wie inwendig. Auch glasirt man mit reiner unvermischter Glätte innere Flächen, wenn sie weiß bleiben sollen. Die am Boden der Geschirre anhaftende Glasurmasse muß sodann abgekratzt werden, damit dieselben beim Brennen nicht anbacken.

Der Brennofen ist ein liegender Ofen (wie sie sonst auch zum Brennen des Porzellans angewendet wurden), 7 bis 8 Fuß hoch, 9 bis 10 F. an der vordern Stirnwand breit, an der hintern etwas schmaler, 20 bis 25 F. lang, mit einem Tonnengewölbe überspannt; er hat in der vordern Stirnwand 2 Schürflöcher, ein kleines unteres und ein viermal größeres oberes. Hinter der Stirnwand, in 3 bis 4 Fuß Abstand, ist eine 3 bis 4 Fuß starke Mauer aufgeführt, der Ständer, der sich bis fast zur Höhe des obern Schürlochs erhebt, und die sogenannte Heizkammer, Feuerkammer begränzt, einen Raum, in welchem sich die Kohlen ansammeln. An der hintern Wand befindet sich eine Oeffnung, das Kopfloch, ungefähr in der Höhe zwischen beiden Heitzlöchern der Vorderwand, sie führt in den Schornstein; in einer der Seitenwände befindet sich nach hinten zu das Kriechloch, durch welches die Geschirre eingesetzt und herausgenommen werden. Die Ofensohle wird mit Sand beschüttet, so daß sich die Sanddecke nach hinten bis ans Kopfloch erhebt. Man brennt alles feinere Geschirr in eignen aus scharfen Sand und Thon gefertigten Kapseln, deren man 6 bis 7 übereinander schichtet; sie bilden die 2 vordersten Querreihen hinter der Heizkammer, und eine Reihe zu beiden Seiten des Ofens; in der Mitte werden dann

514 *Bunzlauer Geschirre, griechische, etruskische Gefüße.*

die Töpfe eingeschichtet, und zwar auf folgende Art. In die Töpfe, die zu unterst auf die Sandschicht gestellt werden, legt man einen sogenannten irdnen Dreifuß, auf diesen stellt man feineres Geschirr, deckt die Töpfe mit gebrannten, eigens dazu gefertigten, Thonblättern zu, und stellt darauf wieder feinere Geschirre, die mit umgekehrt aufgestellten Töpfen bedeckt werden, und so fort, bis der Ofen voll ist. Man verstreicht mit sandigen Thon die Töpfe, damit sie sich nicht verschieben, denn nie dürfen die feinern Geschirre der Flamme unmittelbar ausgesetzt werden. Zuerst feuert man durchs untere Schürloch langsam an, dann durchs obere; der Brand dauert 18 bis 20 Stunden. Der Holzverbrauch beträgt wenigstens 4 Klafter, ($\frac{1}{3}$ Haufen); der Ofen kühlt 10 bis 12 Stunden lang ab.

Nach einer neuern Verbesserung*) bedient man sich einer Glasur für feinere Geschirre aus Bleiglätte, mit $\frac{1}{3}$ Feldspath und $\frac{1}{3}$ Kreide versetzt, welche nach angestellten chemischen Prüfungen, sich sowohl gegen Essigsäure, als gegen verdünnte Mineralsäuren unveränderlich bewies; sie ist jedoch nur für die 3 ersten Feuersgrade anwendbar, und bekommt leicht Haarrisse.

Rothe irdne Waare, ohne (auch mit) Glasur, *poterie rouge*. Aus Eisenoxyd haltenden Thon, welcher sich im Feuer roth brennt, für gemeine Waaren ungeschlemmt, für feinere geschlemmt, mit Sand oder gebrannten und gepulverten Scherben vermischt verarbeitet wird, verfertigt man nicht allein ganz gewöhnliche Blumentöpfe, Ofenkacheln, Zuckerformen, sondern auch feine Waaren, als Vasen, Badewannen, Candelaber, Statuen etc., vergleiche oben Seite 492. Die Ofenkacheln werden mit weißer Emailglasur, auch mit schwarzer, gelber etc., marmorirter überzogen; auch die Kunstgegenstände werden nicht selten glasirt und bemalt.

[Ganz ähnlicher Art sind die alten griechischen, etruskischen, römischen Gefäße, welche man im südlichen Italien, Sicilien ausgräbt. Die vorzüglichsten hinsichtlich der Beschaffenheit der Masse, der Schönheit der Form, der Malerei und des Glanzes der Glasur hat man zu Nola gefunden. Die feinste Masse ist stets mit einer schwarzen Glasur versehen, die kein Bleioxyd enthält, sondern von einer kohlenstoffreichen, brennbaren Materie herzurühren scheint, man vermuthet von Erdpech, Gagat. Außer der schwarzen Farbe finden sich auch noch andere Farben auf den etruskischen Gefäßen; sie zeichnen sich vorzüglich durch eine besondere Leichtigkeit aus, sind durchaus nicht verglast, überhaupt nur schwach gebrannt. Hausmann in Göttingen hat hierüber genaue Untersuchungen angestellt. Deussen Com-

*) V. d. G. 1828. S. 292.

mentatio de confectione vasorum antiquorum fictilium, quae vulgo struses appellantur, Gottingae 1823. 4to. — Brongniart, im D. t. Tom. XVII. pag. 225.

Poröse Thongefäße zum Abkühlen des Wasser, *Alcarazzas* der Spanier. Man bedient sich in den heißen Ländern Europens, Asiens und Afrikas eigner poröser Thongefäße von verschiedner Gestalt, Farbe, Masse, um Wasser abzukühlen, welches dadurch bewirkt wird, daß es durch die Poren nach der äußern Fläche hindurchdringt, dort stets verdunstet, und dadurch Kälte erzeugt. Wenn z. B. die Temperatur der umgebenden Luft 20 bis 25° beträgt, so kann durchs Verdampfen die Temperatur des Wassers um 5° niedriger werden. Die spanischen Alcarazzas haben die Gestalt einer Flasche mit Henkeln, sind ziemlich fest und hart, von feiner Masse, sie werden in der Umgegend von Madrid und Malaga aus Kalkmergel verfertigt, der vielen kohlen. Kalk enthält, ihre Farbe ist röthlich-gelb. Die ägyptischen haben eine grünliche Farbe, und sind mehr scharf getrocknet, als gebrannt, sie werden aus einem fetten Thonmergel gefertigt, und nach dem Trocknen bei Strohfeuer gebrannt. In Paris fertigte Fourmy eine Nachahmung jener Geschirre unter dem Namen Hygroceramen, von einer grobkörnigen Masse, schmutzig-weiß von Farbe. Jedes schwach gebrannte (verglühte) Porzellangeschirr, *porcelaine dégourdie*, läßt Wasser durchsickern, und kann zum Abkühlen desselben gebraucht werden. Es kommt nur darauf an, dem Thon viel Sand beizumengen, und beim Brennen gelinde Hitze zu geben; man hat einen Zusatz von Salz vorgeschlagen, dessen Wirksamkeit nicht recht klar ist, dagegen Kohlenpulver zur Vermehrung der Porosität nützlich erscheint, indem es beim Brennen gänzlich verzehrt wird. In England fertigt man Abkühlungsgeschirre in Masse für den ostindischen Handel.]

Schmelztiegel, *creusets, crucibles, melting pots*, werden theils aus Metall, theils aus verschiednen Thonarten gefertigt (vergleiche die Einleitung Seite 21), von letztern kann hier nur allein die Rede sein. So wie die Zwecke verschieden, zu deren Erreichung man Tiegel gebraucht, sind auch die Materialien von verschiedner Beschaffenheit, aus welchen man die Gefäße formt. Sie müssen möglichst schwer schmelzbar sein, damit die zu schmelzenden Gegenstände, ohne daß sie selbst zusammenschmelzen, in Fluß gebracht werden können; sie müssen eine allmähliche Temperaturerhöhung ohne zu bersten ertragen, eben so eine darauf folgende Abkühlung, damit man sich derselben mehr als einmal bedienen kann; sie dürfen von den in ihnen zu schmelzenden Materien weder angegriffen, noch durchbohrt werden. Schmelzgefäße, in denen man keine alkalischen oder bleihaltigen Flüsse schmelzen will, und welche keinen sehr hohen Hitzgraden ausgesetzt werden, brauchen nicht alle angegebenen Eigenschaften in sich zu vereinigen, wenn sie nur nicht zu dicht

sind, damit sie in der Hitze nicht Risse bekommen. Hierher gehören die Tiegel, deren man sich zum Schmelzen von Metallen, zu chemisch-pharmaceutischem Gebrauch bedient, welche aus einem wenig einschüssigen Thon mit Sand- oder Cementzusatz gefertigt werden; in hohen Hitzgraden schmelzen sie aber, und sind für Glasflüsse zu porös, diese dringen durch und greifen die Tiegel stark an. Tiegel, in denen man Glas schmelzen will, Glashäfen, müssen aus völlig feuerfestem Thon mit einem Zusatz von scharf gebrannten Thoncement, welches fein gemahlen hinzugesetzt wird, bereitet werden (siehe oben Seite 374), allein nach einigen Monaten sind sie vom Alkali, Bleioxyd so angegriffen, daß sie als unbrauchbar ausgewechselt werden müssen. Muffeln für die Zinkdestillation (siehe bei diesem) müssen auf gleiche Weise angefertigt werden, desgleichen die irdnen Röhren zum Treiben des Schwefels, Saigern von Wismuth. Berühmt sind die Tiegel von Stourbridge, welche aus dem dortigen feuerfesten Thon mit gebrannten Thoncement gefertigt werden. Der Thon wird oben so vorbereitet, als beim Steingut Seite 495 angegeben worden ist. Tiegel, Häfen etc. werden aus freier Hand gefertigt, in durch Oefen erwärmten Trockenkammern langsam getrocknet, dann auf Eisenplatten gestellt, die durch Feuerkanäle geheizt werden. Sie werden in England gewöhnlich ungebrannt verkauft, nur für die Ausfuhr gebrannt. Das Brennen geschieht in Oefen, die eben so construirt sind, als die Steingutöfen, nur werden die untern Feuerkanäle durch die gleichzeitig zu brennenden Ziegel gebildet, die Feuerrohren an der Umfassungswand fehlen. Die großen Gussstahlfabriken in England (Sheffield), so wie auf dem Continent, können diese Tiegel nicht entbehren.

[Man hat mit sehr gutem Erfolg $\frac{1}{3}$ Theil Coakspulver der Masse zugesetzt, um sie dadurch noch poröser und weniger dem Bersten ausgesetzt zu erhalten. Ein solcher von *Anstey* *) gefertigter Tiegel hielt 14 bis 18 hintereinanderfolgende Schmelzungen von Eisen aus; ein Tiegel von *Smith*, aus Stourbridge Thon, Coaks und Graphit, hielt 23 Schmelzungen zu 70 Pfund Eisen aus! das Verhältniß war 8 Raumtheile Thon, 5 Rthle Coakspulver und 4 Rthle. Reissblei. Diese Tiegel hielten die größten Hitzgrade ohne zu erweichen aus, so daß man Stabeisen in ihnen schmelzen konnte (155° bis 157° VV.), und ertrugen Temperaturwechsel, ohne zu bersten. — Eine andere Mischung *) für die Messingfabrikation ist folgende: $\frac{1}{2}$ Stourbridge Thon, $\frac{1}{4}$ gebr. Thoncement, $\frac{1}{8}$ Coakspulver, $\frac{1}{8}$ Pfeisenthon; die Masse wird gepreßt.]

Die hessischen Tiegel von Groß- und Klein-Allmerode und

*) D. p. I. Bd. 21. S. 115. **) D. p. I. Bd. 21. S. 187.

merode, im Kurfürstenthum Hessen, werden aus einem wenig Eisen- und enthaltenden, kalkerdefreien, feuerfesten Thon mit Zusatz von gröbern Sand gefertigt; die Masse wird mit wenig Wasser angemengt, weshalb sie beim Trocknen wenig schwindet, in eisernen Formen gepresst, und nach dem Trocknen mäßig stark gebrannt. Durch den gröbern Sand ist die Tiegelmasse sehr rauh, daher zu manchen Operationen, als zum Schmelzen edler Metalle, unpraktisch; dagegen liegt hierin die längere Haltbarkeit begründet, da die Masse durch den gröbern Sand porös wird, und sich daher schneller ausdehnen und zusammenziehen kann, als dichtere Massen. Man fertigt dreikantige kleinere; konische mit Auswärtigen, kleine, mittlere und große; Tiegeldecken, Muffeln, Retorten u. a. dergleichen. Sie haben eine schmutziggelbe Farbe, klingen, vertragen salzige und bleiische Glasflüsse ziemlich gut, schmelzen aber eher als Stabeisen (ungefähr bei 150° W.) Man hat vielfach versucht sie nachzubilden, aber nicht jeder feuerfeste Thon, nicht jeder Sand ist dazu anwendbar; dies haben Erfahrungen bei uns*) sowohl, als auch in Frankreich gelehrt, wo man in neuerer Zeit Tiegel fabricirt (Beaufay in Paris), die den hessischen in nichts nachstehen sollen und deren man sich in chemischen Laboratorien, Münzwerkstätten, ja selbst zum Schmelzen von Stabeisen bedient. Sie werden aus einem Thon gefertigt, der in der Gegend von Namur, in den Ardennen, gegraben wird; sie sind mit einer dünnen Schicht Thon übergossen, um ihnen eine glatte Oberfläche zu geben. Man fertigt aus dieser Masse auch Röstscherben, Muffeln, Retorten, tragbare Oefen etc.

Gayex, Fabrik feuerfester Tiegel, in denen Stabeisen geschmolzen werden kann, zu Mouchy-St.-Eloy im Dptmt. de l'Oise. — Berthier hat von mehreren Sorten Schmelztiegeln Analysen geliefert, die hier folgen:

	Hessi- sche Tiegel	Beau- fay in Paris	Engli- sche für Guss- stahl	St. Et- ienne für Guss- stahl	Glasha- fen von Ne- mours	Böhmi- scher Glas- hafen	Glasha- fen von Creusot
Kieselerde	70,9	64,6	63,7	65,2	67,4	68,0	68,0
Thonerde	24,8	34,4	20,7	25,0	32,0	29,0	28,0
Eisenoxyd	3,8	1,0	4,0	7,2	0,8	2,2	2,0
Magnesia	Spur	—	—	Spur	Spur	0,5	Spur
Wasser	—	—	10,3	—	—	—	1,0
	99,5	100,0	98,7	97,4	100,2	99,7	99,0

*) v. d. G. 1828. S. 249.

Nach einer von mir angestellten Analyse mit ungebrannter Masse des hessischen Tiegels ließen sich aus 100 Theilen derselben, w beim scharfen Trocknen 4,83 Wasser verloren, ausschlemmen (Sand und 35,21 Thon. Dieser gab 56,23 Kieselerde, 36,49 Thon 0,68 Kalkerde, 6,58 Eisenoxyd, Spuren von Magnesia.)

Graphittiegel*), *creusets de plombagine, black-lead crucibles* (Ypser Tiegel), Passauer Tiegel, werden aus feuerfesten Thon und zweifachen Gewicht Reifsblei gefertigt. Beide werden mit Wasser gemengt, darauf geformt, getrocknet und nicht gebrannt, sondern bloß vollkommen Austrocknen mäßig erwärmt. Man fertigt dreieckige konische, benennt sie nach dem Markgewicht, als 10, 15, 20 Marker. Sie halten große Hitze aus, ohne zu schmelzen, größere als die hessischen Tiegel, ertragen starke Abwechslung der Temperatur, ohne zu bersten, können deshalb auch mehrmals gebraucht werden; sie dienen zum Schmelzen von edlen Metallen, wegen ihrer glatten Oberfläche bleibt nichts hängen, also möglichst wenig Verlust, zum Bronze gießen nicht zum Schmelzen salziger Materien, Glas etc. Man fertigt dieselben nicht in Yps, sondern in (Haffner-) Obernzell bei Passau, wo sie in der Nähe Graphit und geeigneter Thon findet, auch werden dort, je seltener, andere chemische Feuergeschirre, als Röhren, Retorten, Schmelztiegel etc., auch Ziegel, Oefen, Kochgeschirre gemacht. Besonders in den Münzanstalten, und von den Gold- und Silberarbeitern werden Graphittiegel viel gebraucht; sie dienen auch zur Fertigung traglicher chemischer Oefen (siehe die Einleitung).

Man fertigt auch aus Steinszeug, Porzellan, sowohl dem verglänzt als Biscuit und glasiertem, Schmelztiegel, welche aber wegen des dichten Gefüges dem Bersten sehr ausgesetzt sind; sie sind zum Schmelzen salziger Stoffe, zur Darstellung von ätzenden Erden brauchbar. Hierher gehören auch die Feuervvaaren von *Wedgwood, W. fire-w*

4. Pfeifenbrennerei.

Man unterscheidet weiße und farbige Pfeifen, letztere besonders jedoch nur in Pfeifenköpfen. Das Material zu den weißen Pfeifen ist feiner, feuerfester eisen- und kalkfreier Thon, Pfeifenthon, *terre à pipe* (siehe oben Seite 478), der sich leicht verarbeiten läßt und sich leicht brennt. Man findet ihn bei Cöln, daher er auch Cölnischer Pfeifenthon genannt wird, bei Lüttich, Namur in den Ardennen, in Frankreich, England etc. Derselbe wird durchs Einsumpfen, Schneiden, T

*) Kunst- und Gewerbeblatt d. polytechn. Vereins in Baiern S. 250.

Gleichen etc. sehr sorgfältig vorbereitet (vergleiche die Beschreibung des gewöhnlichen Verfahrens der Töpfereien Seite 509), denn hiebei muß jedes Steinchen wohl vermieden werden, weshalb man sandigen Thon schleimt. Die Pfeifen werden also gefertigt: man formt aus einem Thonklos eine lange dünne Thonwulst, Weller, *roll*, der an dem einen Ende, wo der Kopf der Pfeife, *fourneau*, *bowl*, entstehen soll, dicker sein muß, als am andern. Der Roller legt die fertigen Weller auf einander, läßt sie etwas trocknen, ehe sie weiter bearbeitet werden. Darauf nimmt sie der Kaster, oder Former, durchbohrt sie der Länge nach mit einem Draht, Weiserdraht, *aiguille*, bis an den Kopf, legt sie in die mit Oel bestrichne, aus zwei Hälften gefertigte, messingne Pfeifenform, und zwar in die eine Hälfte derselben, so daß das stärkere Ende in die Form des Kopfs zu liegen kommt, setzt die zweite Hälfte auf, und presst beide mittelst einer Schraubenpresse zusammen. Um nun den Kopf auszuhöhlen, bedient sich der Arbeiter des Stopfers, *étampeur*, *stopper*, eines eisernen Kegels mit eisernen Griff, welcher mit Oel bestrichen eingedrückt wird, worauf aller überschüssige Thon herausgedrückt und der Kopf hohl wird. Hierauf wird die Form geöffnet, die Pfeife herausgenommen, die Nähte, *rebarbes*, mittelst eines Drahts abgenommen, die Mündung beschnitten, das Rohr und der Kopf mit einem stumpfen Messer gestrichen und geebnet, endlich mit einem Glättstein aus Achat geglast, polirt. Die fertigen Pfeifen werden auf eigens dazu gefertigten Brettern getrocknet. Ein Arbeiter mit einem Gehülfen kann täglich 900 Stück fertigen.

Das Brennen der Pfeifen geschieht in eignen Kapseln, Kästen, welche theils cylindrisch geformt sind, und im Ofen aufrecht stehen, theils liegen und die Form eines Parallelopipedums haben. Die holländischen und französischen Pfeifenbrennöfen sind ganz ähnlich den Steingutöfen, stehende oben überwölbte Räume, in denen die cylindrischen mit Pfeifen gefüllten Kapseln auf einander gestellt werden. Jede Kapsel hat im Innern einen hohlen Kegel, *chandelier*, mit einer runden Thonplatte am obern Theil, gegen welche die Enden der Pfeifenröhren, die im Kreis herumgestellt werden, sich anlegen. Der Ofen wird gelind angefeuert, nachher stärker, der Brand dauert 16 Stunden, und man heizt mit Torf oder Holz. Der in England gebräuchliche Ofen enthält statt einzelner Kapseln nur eine einzige große Kapsel oder Kammer, in welcher die Pfeifen um eine durchgehende Spindel, mit horizontalen runden, zur Aufnahme der Pfeifen ausgeschnittenen Thonplatten, in mehreren über einander angebrachten Abtheilungen im Kreise aufgestellt sind; die Kammer faßt 7200 Pfeifen. Der Ofen hat einen Rost, auf welchem Steinkohlen gebrannt werden, der Brand dauert 7 bis 9 Stunden.

In Deutschland brennt man die Pfeifen in Oefen, ähnlich den Fayenceöfen, bei denen die Feuerkammer unter dem Brennstoffen liegt; sie sind 8 Fuß ins Geviert und 14 Fuß hoch. Die Kästen werden in zwei Reihen, je 3 auf einander gestellt; sie sind gegen 4 Fuß lang, 2 Fuß breit und hoch, und, damit sich die hineingepackten Pfeifen nicht werfen, mit gestossener und gebrannter Pfeifenerde und rohen Pfeifen schichtweis gefüllt. Der Brand dauert 14 Stunden. Kleinere Oefen sind in Minden und Hameln im Königreich Hannover gewöhnlich, für 1200 Pfeifen, die keine eigentlichen Kästen enthalten, sondern wo sämtliche Pfeifen durch eine dünne Thondecke, wie von einer Muffel, überkleidet, ohne daß sie von der Flamme berührt werden können, gar gebrannt werden. Diese dünne Decke wird mittelst Papier, auf welches Thon gestrichen ist, gebildet, das Papier verbrennt in der Hitze, und der Thon bleibt als Kruste übrig.

Die gebrannten Pfeifen haften an den feuchten Lippen, und werden leicht schmutzig, deshalb werden sie mit einer Tünche überzogen, welche aus Gummi Traganth, weißem Wachs, Seife und Wasser besteht; man bestreicht die Pfeifen damit, läßt einige Minuten lang trocknen, und reibt sie dann mit Flanell, wodurch sie Glanz bekommen. Man verpackt die Pfeifen in Kisten, Körbe, mit Häcksel, Buchweizenkleie. Pfeifen werden in Holland, besonders in Gouda, gefertigt, woselbst sehr viele Fabriken seit langer Zeit existiren; in England noch früher, in Deutschland zu Grotz-Allmerode, Minden; Uslar, Hameln, Minden, im Kurfürstenthum Hessen, im Königreich Hannover; zu Speichen im Regbk. Trier, zu Bonn, Cöln u. a. a. O. im Königreich Preussen.

[*Krünitz Encyklopädie* B. 109. S. 589. D. t. T. XVI. p. 207. „Pipe.“ *Rees Cyclopaedia* Vol. XXVII. „Pipe Tabacco.“ — In Ungarn und der Türkei fertigt man aus eisenschüssigen Thon (Bolos, Siegelerde), theils auch aus einem geschlemmten fetten Thon mit Zusatz von Ziegelmehl, Pfeifenköpfe, von denen manche sich dunkelbraunroth brennen, und mit Röthelpulver abgerieben werden, um sie roth zu färben. Die türkischen Köpfe sind klein, und ähneln, da sie schwach gebrannt, der etruskischen Waare, die ungrischen, stärker gebrannten, mehr dem Steingut; erstere werden oft vergoldet.]

5. Vom gemeinen Steingut, oder Steinzeug.

Das gemeine Steingut, Steinzeug, *grès, stone ware*, eine Gattung irdner Waaren, welche sowohl von dem englischen Steingut, als auch von der gewöhnlichen Töpferwaare, dem Fayence, wesentlich dadurch verschieden ist, daß die Masse so stark gesintert, daß sie an Stahl Funken schlägt, und sich dem Halbgeflossnen nähert, analog dem

ächten Porzellan, von welchem es sich nur durch die stark gefärbte, minder feine und homogene Masse, und abweichende Glasur unterscheidet, während Fayence, Töpferzeug, Steingut nur mehr oder minder stark zusammengesintert sind, daher nicht die beträchtliche Härte haben, und auf eine ganz andere Art glasirt werden. Steingut wird nämlich mittelst Kochsalz, oder mittelst Schmiedeschlacken, Laven, Bimsstein, auch mitunter gar nicht glasirt.

Der Thon zur Verfertigung dieser Art Waaren ist ein feuerfester, feiner, wenig eisenhaltender, fast ganz kalkfreier Thon, der oft eine hinlängliche Menge feinen Sand enthält; so z. B. der Thon von Belgern an der Elbe. 5½ Pfund enthielten 3 Pfd. 13½ Lth. feinen Thon und 1 Pfd. 26½ Lth. feinen Sand. Die Vorbereitung des Thons ist dieselbe, wie sie in dem Vorhergehenden angegeben ist, nur setzt man nicht selten etwas Sand hinzu. Man fertigt daraus Flaschen für Mineralwasser, (Selters- Bitterwasser u. a. m.), Krüge, Reibesatten, Milchnäpfe, Apothekerkruken, Töpfe, (nicht zum Gebrauch am Feuer), Flaschen für Säuren, (Schwefel-, Salz-, Salpetersäure), für *Woulfsche* Apparate. Wassereimer, große Wassergefäße für Küchen etc., (letztere, sehr schön in Oranienburg, bei Berlin, von Hrn. Dr. *Hempel*). Die lufttrockne Waare wird dann in einen liegenden Ofen geschichtet, der dem Töpferofen sehr analog ist, eine etwas ansteigende Sohle hat, meist ohne eigentlichen Schornstein; die Feuerkammer ist aber weiter. Das Brennen dauert 8 Tage, und die Hitze erreicht eine ansehnliche Höhe von 100 bis 120° W. Auch ohne alle Glasur würde das Geschirr dicht genug sein, um keine Flüssigkeiten hindurchdringen zu lassen, allein der Reinlichkeit wegen pflegt man es mit einer Glasur zu überziehen, nämlich mit kiesels. Natron, welches auf folgende Weise zu Stande gebracht wird. Sobald der Ofen in der beträchtlichsten Gluth sich befindet, wird Salz in denselben geworfen, dieses verdampft, kommt mit dem glühenden Geschirr in Berührung, und wird zersetzt, indem das Chlor als salzsaures Gas entweicht, das Natrium sich oxydirt und als Natron mit der Kieselerde sich verbindet, und so eine Verglasung bewirkt. Der Rauch, der mit dem glühenden Geschirr in Berührung tritt, macht dasselbe etwas gelbbraunlich, man hat es aber auch von ziemlich blasgelber Farbe. Soll das Steingut mit Schmiedeschlacken und Hohofenschlacken glasirt werden, so werden diese fein gepulvert auf die feuchten Geschirre aufgestäubt.

Die Farbe der Masse ist auf dem Bruch theils bläulich-grau, braun, theils gelblich-grau, von verschiedenen Mengen Eisenoxyd abhängig; die Masse ist sehr dicht, weshalb die Geschirre den Temperaturwechsel, ohne zu zerspringen, nicht ertragen, sie paßt daher auch nicht für Schmelz-

tiegel. Wäre der Eisengehalt geringer, so würde man Kalk hinzusetzen können, ohne zu befürchten, daß die Masse dadurch im heftigen Feuer schmelzen dürfte, hiedurch würde die dem Porzellan eigne Durchscheinheit hervorgebracht werden; überhaupt ist zwischen dem weißen Steinzeug, welches beim Brennen durchscheinend wird und feuerbeständig ist, und dem Porzellan kein wesentlicher Unterschied, als die Beschaffenheit der Glasur.

Steinzeug wird in dem preussischen Staat an vielen Orten producirt, im Regbk. Merseburg zu Belgern a. d. Elbe, Hohenleipisch, Straach, Kraupa, Döllingen, Elsterwerda, Liebenwerda, in Zeitz, Skölen; im Regbk. Liegnitz zu Muskau, Freistadt, Waldenburg, auch in Bunzlau; Regbk. Trier, zu Speichen; im Landkreis Cöln, zu Frechem, Vallendar, Niederfell; Regbk. Münster zu Stadthohe, Ochtrup etc.

[Geschichtlich verdient angemerkt zu werden, daß aus einem bei Plaue unweit Brandenburg gegrabenen Thon vor hundert Jahren ein schönes Steingutgeschirr, Planesches Porzellan, fabricirt worden ist, von braun und schwarz gefärbter Masse; es wurde bemalt, vergoldet, die Fabrikation aber nicht lange fortgesetzt.]

An das Steinzeug, oder gemeine Steingut, reiht sich eine Art Geschirr an, welches *Wedgwood* zuerst verfertigte, und das man nach dem Erfinder *Wedgwood*-Geschirre genannt hat. Diese werden aus gefärbten Massen gefertigt, die beim Brennen nach Art des Steinzeugs in Halbfluß kommen, daher ein porzellanartiges Ansehn erhalten, *dry bodies* der Engländer; sie werden gewöhnlich nicht glasirt. Die Masse, welche durch verschiedene Metalloxyde gefärbt wird, besteht aus 47 Schwerspath, 15 Granit, 26 Thon von Devonshire, 6 Gyps, 15 Kiesel, 10 kohlen. Strontian; oder auch 30 Granit, 23 Gyps, 17 Kiesel, 15 Thon, 15 Kaolin, 10 Schwerspath. Die Farbestoffe sind die bereits schon mehrmals erwähnten; Kobaltoxyd macht blaue, Nickeloxyd blaßgrüne, Kupferoxyd braune ins grünliche, antimonige Säure orangegelbe Massen; zur schwarzen werden 7% Eisenoxydul und Manganoxyd angewendet. Die gefärbten Massen lassen sich ebenso leicht verarbeiten, als die Masse zum englischen Steingut. Man bringt gewöhnlich verschiedenfarbige Verzierungen, Abdrücke von Gemmen, geschnittenen Steinen, so wie andere Zierrathen an, welche besonders geformt und aufgelegt werden. Sie werden meist nur einmal gebrannt; sollen sie glasirt werden, wie z. B. die schwarzen *Wedgwood*-Geschirre, so besteht die Glasur aus einem sehr leichtflüssigen Bleiglas, durch etwas Braunstein gefärbt; dieses wird gleich beim Brennen mit eingebrannt. Nicht selten zeigen die *Wedgwood*-Geschirre einen glänzenden Luster, welcher ihnen ohne eigentliche Glasur, auf folgende Art ertheilt wird.

Die Geschirre werden in Muffeln, deren innere Oberfläche durch Salz und Pottasche glasirt ist, zum zweiten Mal gebrannt, wodurch sie, durch Verflüchtigung der Alkalitheile von der innern Fläche, einen Anflug von Glasur erhalten, welches Verfahren in England *the smearing* genannt wird. Man bringt selbst noch absichtlich eine leichtflüssige flüchtige Composition in die Muffeln, um jenen Lüster gehörig zu erreichen.

Auf solche Waare werden auch farbige Drucke aufgetragen, in derselben Art, wie bereits oben Seite 500 angegeben worden ist; um gelbe Abdrücke auf braunen Geschirren zu fertigen, wendet man Ocker mit antimoniger Säure an, das Flussmittel besteht aus gleichen Theilen Kiesel und Flintglas; zum weissen Druck wendet man auf farbigen Grund ein Gemeng von jenem Fluss und Kieselstaub an.

Man hat an mehreren Orten des Continents diese *Wedgwood*-Waare nachgebildet: die schwarze Masse zu Saargemünd (Saarguemines) in der Fabrik von *Utzschneider*; sie können jedoch der natürlich theuren Preise wegen nicht allgemein in Gebrauch kommen, werden mehr als Kunstgegenstände aufgestellt. — Das erste Porzellan, welches *Böttcher* 1703 in Dresden fertigte, war eigentlich roth-braunes Steinzeug.

[*Brongniart*, im *D. t.* Tom. XVII. p. 269. *St. Amand*, a. a. O. p. 155.]

6. Porzellanfabrikation.

Es ist bekannt, daß die Kunst Porzellan zu fabriciren in China und Japan seit den ältesten Zeiten ausgeübt worden ist; man bedient sich dort 4 Fossilien, des Kaolins, des Petunze, eines feldspathreichen Granits oder auch Feldspaths, des Hoaché, Talks, Specksteins für die leichten und wohlfeilern Sorten des Porzellans, und des Chekao, Gypses. Die einzelnen Materialien werden sehr sorgfältig zubereitet, die Masse durch Ochsen getreten, und lange Zeit aufbewahrt, ehe sie verbraucht wird. Es scheint als würden die gefertigten Geschirre nicht verglüht, sondern lufttrocken glasirt. Die Masse des chinesischen Porzellans ist weit weniger weiß, als des jetzigen europäischen, aber sehr feuerbeständig, die Glasur ist stets grünlich, und mitunter voller Haarrisse; die Formen sind sehr barock, geschmacklos, die Malerei höchst einfach, ohne richtige Zeichnung und lebhaftes Colorit; sie tritt auf dem chinesischen Porzellan auf der Glasur hervor, nicht auf dem japanischen. Die Geschirre zeichnen sich durch große Leichtigkeit und Dünne aus.

Man muß zwei Arten Porzellan, die in ihrer chemischen Mischung sowohl, als auch in ihrem sonstigen Verhalten verschieden sind, unterscheiden, 1) das Feldspathporzellan, *porcelaine dure*, 2) das Frittenpor-

zellan, *porcelaine tendre*, *soft porcelain*, *iron stone china*, welches bereits vor Entdeckung des erstern durch *Böttcher*, in Frankreich 1695 gefertigt wurde, und noch gefertigt wird. Die erste Fabrik war zu *Saint-Cloud*, darauf entstanden andere zu *Chantilly*, *Orleans*, *Villeroy*, das Fabrikat war aber keineswegs lobenswerth. 1756 wurde die Fabrik von *Sèvres* ursprünglich für Frittenporzellan errichtet, in welcher 1768 angefangen wurde ächtes Porzellan zu fertigen, aber erst 1774 kam dieser Fabrikationszweig in Schwung. Weit früher als in Frankreich wurde in Sachsen ächtes Porzellan gefertigt. *Böttcher* stellte 1703 das erste aus Meissner Thon dar, welches eine rothgefärbte Masse hatte, (vergl. das auf voriger Seite gesagte), 1709 mit Beihülfe des Baron von *Tschirnhausen* weisses Porzellan; hierauf wurde die Porzellanfabrik zu Meissen 1710 errichtet. Später entstanden Fabriken zu *Wien* 1721, *Fürstenberg* 1744, *Frankenthal* 1754, *Berlin* 1760, *Nymphenburg* u. a. a. O., besonders mehrere in den thüringschen Fürstenthümern, zu *Gotha*, *Ilmenau*, *Gera*, *Rudolstadt*; in der neuesten Zeit in *Althaldensleben* und *Weissenfels*.

a) Aechtes oder Feldspathporzellan.

Zur Verfertigung der Porzellanmasse, *pâte*, sind erforderlich 1) Porzellanerde, *Kaolin*, als Hauptbestandtheil, und 2) ein Flussmittel, *fondant*, mehrentheils Feldspath, wie in *Berlin* und den meisten deutschen Porzellanmanufakturen, aber auch ein kalkhaltiger Sandstein, wie z. B. in den thüringer Fabriken (*Gotha*, *Weissenfels*), Gyps, Kreide und Kiesel. Durch den Zusatz des Flussmittels wird der feuerbeständige Thon durchs Brennen in einen Zustand der Dichtigkeit gebracht, der das Durchscheinende der Masse, das Klingende bedingt, die Partikeln des feuerbeständigen Thons werden gleichsam zusammengeschweisst; doch darf nicht zu viel hinzukommen, weil sonst die Porzellanerde zu viel von ihrer Bildsamkeit und Zähigkeit verlieren würde, auch nicht zu wenig, indem sonst die Kapseln eher erweichen und schmelzen würden, bevor die Masse gehörig gut gebrannt wäre.

Die Bearbeitung der einzelnen Materialien zur Porzellanmasse und Glasur ist folgende. Die Porzellanerde, so wie sie von der Grube kommt, wo man die Steine und die gröbern Beigemengsel bereits ausgelesen hat, wird geschlemmt; hierzu sind große Schlemmvorrichtungen erforderlich. Man stellt in einem langen, gepflasterten Raum große hölzerne Bottiche auf, und zwar so, daß sie zwei Reihen über einander bilden, indem die obern auf ein mit Brettern belegtes Gerüst über die untern gestellt werden. Die Bottiche haben in verschiednen Abständen vom Boden Löcher, welche mit hölzernen Pfropfen verschlossen sind. Ueber je zwei obere Bottiche stellt man einen kleinen, in welchen $\frac{1}{2}$ Centner Erde eingetragen und mit Wasser aufgeweicht wird. Das zum

Schlemmen erforderliche Wasser wird durch eine Röhrenleitung längst der Decke des Schlemmgebäudes zugeführt, die Decke am besten mit Zink- oder Kupferplatten belegt, da Holz von der steten Feuchtigkeit sehr leicht verfault. Ist das Aufweichen unter Durcharbeiten geschehen, so zieht der Schlemmer die Pfropfen zu beiden Seiten heraus, und läßt, unter stetem Zuflufs von Wasser, die Erde auswaschen, bis nur noch wenig im obern Bottich als Rückstand bleibt. Darauf wird eine neue Partie Erde eingetragen, und so fortgefahren, bis die beiden untern Bottiche gefüllt sind. Nach einiger Zeit hat sich das gröbere, der Sand, die Gypstheilchen in den größern Bottichen zu Boden gesetzt, während die zartern Theilchen sich noch schwebend erhalten, worauf dann durchs Oeffnen des obersten Zapfens die trübe Flüssigkeit durch ein feines Sieb in die untersten Bottiche abgelassen wird, auf welchem die etwa noch nicht gehörig abgeschiednen gröbern Theile zurückbleiben. Aus den untersten Bottichen kommt die Erde in die Vorrathsbotliche, in denen sie sich immer mehr vom überflüssigen Wasser scheidet, welches so weit abgelassen wird, daß es nur 2 bis 3 Zoll hoch darauf steht. Aus diesen Bottichen wird die feingeschlemmte Erde, nach vorherigem Aufrühren, in Kübeln abgemessen und zur Massebereitung genommen; man weiß nämlich, wie viel 1 Kubikfuß solcher dickflüssigen Masse an trockner Erde und Wasser enthält, und dies ist der Anhaltspunkt für die Bestimmung der Kübelzahl.

Der Feldspath, dessen man zur Porzellanmasse bedarf, muß höchstens eine fleischrothe Farbe besitzen, denn wenn er zu sehr eisenhaltig ist, so wird die Masse sehr leicht gelblich. Er wird in kleinen Stücken angeliefert, mit Wasser in Fässern abgewaschen, getrocknet, entweder durch ein Pochwerk, oder mittelst zweier gußeiserner Walzen in kleinere Stücke gebrochen, und diese dann unter die Mühle gebracht, deren Einrichtung dieselbe ist, wie sie bereits vorn Seite 496 beschrieben wurde. Während des Feinmahlens mit Wasser steigt die Temperatur, wenn die Masse eine gewisse Feinheit erlangt hat, beträchtlich, die Masse wird dick, gleich als ob eine innige Bindung von Wasser stattfindet. Nach 12 Stunden ist gemeiniglich der Feldspath zum feinsten Pulver gerieben, und kann dem Feinschlemmen unterworfen werden, welches in 2 Bottichen geschieht, und überhaupt schneller vollbracht wird, da das größere specifische Gewicht des Feldspaths dies erheischt. Das minder feine abgeschlemmte wird nochmals gemahlen, das geschlemmte aber in Vorrathsbotliche gebracht, und eben so, wie die geschlemmte Erde, behandelt. — Das Schlemmen der Materialien zur Glasur, als des Gypses, Kiesels, der Porzellanscherben geschieht auf gleiche Art; sie werden vorher geglüht, wozu ein Flammofen am vor-

theilhaftesten, die Scherben und der Quarz, Sand, glühend in Wasser abgeschreckt, unter dem Quetschwerk zordrückt, und zwischen den Mühlsteinen fein gemahlen.

So einfach auch der Prozess des Schlemmens an sich ist, so erfordert er doch eine große Aufmerksamkeit, Genauigkeit und Reinlichkeit, indem die kleinste Unreinlichkeit von Folgen sein kann. So wie Eisenrost, oder irgend eine eisenoxydhaltende Materie in die Fässer fällt, etwas Lehm hineinkommt, giebt es in der Masse gelbe Flecke; durch organische Substanzen, die sich verkohlen, entstehen schwarze Flecke. Wird beim Schlemmen der Pfropfen zu früh gezogen, so ist die Substanz noch nicht von den minder feinen Theilen gehörig getrennt, und umgekehrt schon zu viel abgesondert.

Das Vermischen beider Ingredienzien geschieht, wie schon gesagt, im feuchten Zustand, nach Kübeln; zur Erreichung einer innigen Mischung wird dann das Gemisch noch einmal geschlemmt, wobei ein Sieb im letzten Bottich angebracht ist, durch welches etwa zufällig in die Masse gekommene fremde Körper abgeschieden werden können. Nach diesem Schlemmen läßt man die Masse sich ruhig absetzen und zapft alles unnöthige Wasser ab. Das Abdampfen und Trocknen der Masse geschieht in eignen Trockenräumen, welche nach Art der oben Seite 496 beim englischen Steingut beschriebenen, eingerichtet sind. Es sind aus feuerfesten Charmottesteinen gemauerte länglich - viereckige Kästen, deren Boden mit Gyps ausgegossen ist, oder auf Charmottesteinen ruhende Kästen von Zinkblech; sie werden durch eine Rostfeuerung, mit unter dem Boden hin und her geführten Kanälen, sehr mäßig geheizt, so daß das Abdampfen langsam geschieht, wozu auch der Gyps am Boden des Behälters das Seine mit beiträgt; über den flachen Behältern ist ein Brodenfang angebracht, durch welchen auch die Schornsteine der Feuerungen geführt sind. Die Masse darf nicht trockner werden, als ein weicher Teig, denn sonst verliert sie an Bildsamkeit außerordentlich; hat sie diese Consistenz erreicht, so theilt man sie in viereckige Stücke, die man dann herausnimmt und einer mechanischen Vorbereitung unterwirft.

Dieß geschah früher, auch jetzt noch an einigen Orten, um alle Luftbläschen herauszutreiben, durchs Treten, *marcher, marchage*, in Berlin mittelst Stößeln in hölzernen, mit Blei ausgefütterten Kästen, (damit keine Holzspäne hineinkommen); darauf wird die Masse noch mit der Thonschabe bearbeitet, *coupage, wedging, slapping*, und in Ballen, *ballons, ballooms*, geformt, die man in feuchten Kellern aufbewahrt. Je länger das Aufbewahren dauert, desto bildsamer wird die Masse, desto mehr haben sich die ungleichartigen Substanzen genähert; während

dem entbindet sich ein fauliger Geruch, (*pourriture des pâtes*), Ammoniak, (über die Ammoniakbildung siehe oben Seite 245) Schwefelwasserstoffgas durch das in dem Feldspath fein eingesprengte Schwefel-eisen entwickeln sich, und die Masse läuft schwarz an, welche beide Erscheinungen beim Verarbeiten verschwinden.

Die Massenversätze sind in verschiednen Fabriken und zu verschiednen Zwecken abweichend; die Masse, aus welcher man zu Sèvres Tischgeräth verfertigt, wird aus 64 Theilen geschlemmten Kaolin von St. Yriex, bei Limoges, 10 Th. geschl. Quarzsand von Aumont, bei Senlis, 6 Th. Kreide von Bougival, und 10 Th. feinen Sand, den man aus dem Kaolin ausgeschlemmt hat, welcher ein Gemeng von Quarz und Feldspath ist, zusammengesetzt. Die Masse der pariser Fabriken besteht aus 8 Th. ungeschlemmten Kaolin und 2 Th. Feldspath. In Berlin setzt man 32^o Feldspath zur geschlemmten Porzellanerde von Morl.

[Folgende Angaben über die chemische Zusammensetzung von 3 Porzellanmassen sind von *Berthier* *).

	Masse von Sèvres	von Worcester	aus Piemont.
Kieselerde	59,6	77,0	60,0
Thonerde	35,0	8,6	9,0
Kali	1,8	—	—
Kalk	2,4	1,2	1,6
Magnesia	—	7,0	15,2
Wasser	0,8	5,6	13,6
	99,6	99,4	99,4

Das beste (ächte) englische Porzellan wird zu Worcester gefertigt; das übrige englische Porzellan ist eine Art Frittenporzellan, (siehe unten.) — Zur Verfertigung des piemontesischen Porzellans wird Magnesit von Baudissero, bei Turin, angewendet. Die Erfahrung hat gelehrt, daß wenn man als Flufsmittel Magnesiafossile anwendet, wie Talk, Speckstein etc., man eine zwar bei schwächern Feuergraden sich gair brennende Masse erhält, die jedoch eine ganz andere Schwindung hat, als Feldspathporzellan, etwas durchscheinender, aber auch spröder ist, als letzteres, daher viel Bruch veranlaßt, und den Temperaturwechsel schlecht verträgt.]

Die Bearbeitung der Masse, das Aufdrehen der Geschirre, *ébau-* *throw* *chage*, ist mit mehr Schwierigkeiten verknüpft, als die Bearbeitung der Steingutmassen, da diese bildsamer sind, als erstere und nicht so leicht bersten. Alle Porzellangefäße, Geräte, Zierrathen etc., werden in Gypsformen gefertigt, deren für jeden Artikel eine hinlängliche Zahl vorhanden sein müssen, damit die Arbeiter ohne Unterbrechung arbei-

*) A. a. O.

ten können. Hierdurch allein wird es möglich, gleiche Form zu erhalten, was bei dem Bearbeiten aus feiner Hand von dem besten Meist erreicht werden kann. Sind es runde flache Gegenstände, z. B. Schüsseln, Teller, Tassen, so dreht sie der Arbeiter, nachdem er sich eine hinlängliche Anzahl vorgekehrt, langsam die Gypsformen, *moules à la bourse*, drückt sie mit einem Stempel fest an, und nimmt sie nach einiger Zeit, während der Gyps hart geworden hat, und die Masse steifer geworden ist, heraus und dreht aus die innere Fläche bis zur hinlänglichen Stärke an dem richtigen Schablonen aus. Sind es flache Gegenstände und solche, vermöge ihrer Form nicht gedreht werden können, als verschiedene flache Waaren, so bildet der Arbeiter eine Platte, oder, wenn er auf einer Marmorplatte, oder einem mit einer Bleiplatte belegten Tisch über einem Stück feuchter Leinwand, *cauillé*, zwischen zwei Leinwand Linolen, die Masse mittelst eines Mangelrollers, *lâche*, *rouleau* ausgleicht, um ein überall gleich dickes und ebens Stück von hinlänglicher Größe zu erhalten. Dieses wird dann mit aller Feinheit in die Gypsform eingetragen, damit die Luft entweiche, die aus Blasen *conflets*, hervorbringt, die Leinwand abgezogen und die Platte mit einem nassen Schwamm angedrückt, die vorstehenden Ränder aber mit einer scharfen Klinge abgeschnitten. Die runden Fäße werden an freier Hand gefertigt und angesetzt. Sämmtliche Geschirre werden dann noch glatt gemacht und mit Schlicker, *barbotine*, gleichsam polirt. Runde und hohle Gegenstände, als Kaffee- und Theekannen, Vasen werden aus freier Hand gedreht, nach Chablonsen von Außen und von Innen bearbeitet und dann garnirt, d. h. mit Henkeln, Tüllen etc. versehen. Figuren werden aus sehr vielen einzeln gefertigten Theilen zusammengesetzt.

Bei allen Gegenständen, welche gefertigt werden, ist die Schwindung, *retraite*, zu berücksichtigen, welche bei verschiedenen Massen natürlich verschieden ist, sie beträgt für die Berliner Geschirrmasse der Dimensionen; danach müssen die Formen von Geschirren, deren Größe bestimmt ist, $\frac{1}{3}$ größere Dimensionen erhalten. — Die fertigen Gegenstände werden auf glatten Brettern, welche in Gerüsten aufgestellt werden, in den Stuben, in denen das Drehen geschieht, langsam getrocknet, denn durch schnelles Trocknen würden sie leicht bersten.

Nachdem die Waaren lufttrocken sind, werden sie im Verglühen verglüht, *cuire en dégourdi*; durchs Verglühen tritt keine merkliche Schwindung ein, die Masse wird aber so fest, daß sie durch Berührung mit Wasser nicht aufweicht, folglich ohne Gefahr glasiert werden kann. (Die zu

Verglühen erforderliche Hitze richtet sich nach der verschiedenen Mischung der Porzellanmassen; im Verglühofen zu Sèvres beträgt die Hitze 55 bis 60° W.) Das Verglühen geschieht in Kapseln, aber so, daß mehrere Gegenstände auf einander gestellt werden; für hohe Gefäße (sogenannte Ringwaare) werden zwischen die beiden Kapselstücke Ringe von Kapselmasse, *cerceaux*, *wads*, gelegt, um die nöthige Höhe herauszubringen. *)

[Die Verfertigung der Kapseln ist für die Porzellanfabrikation von großer Wichtigkeit; man bedient sich dazu eines feuerfesten Thons, der von der Porzellanerde sich nur durch minder weiße Farbe unterscheidet (Bennstädter Thon, siehe oben Seite 478). Er wird nicht geschlemmt, mit einem Cement von gemahlten Porzellankapselscherben versetzt, welchen man Charmotte nennt. Zu dem Ende werden von den untauglich gewordenen Kapseln die nicht durch Asche verglasten ausgewählt, zerstampft oder zerquetscht, dann zwischen eisernen Walzen fein gemahlen und durchgeseiht; das gröbste wird zur Verfertigung der Muffeln gebraucht, das mittlere für die Kapseln, das feinste für die Pumbse (*rondeau*). Die Bearbeitung des Kapselthons ist ganz dieselbe, wie sie von den Töpfern ausgeübt wird. Die Kapseln werden auf der Scheibe gedreht, sollen sie oval werden, aus der runden Form in die ovale durchs Schieben gebracht. Die Muffeln werden über hölzernen Formen geformt.]

Der Porzellanofen ist, wie der Steingutofen, ein stehender, cylindrischer Etagenofen, an seinem Umfang sind Feuerungen, *alandiers*, 4 oder 5 an der Zahl angebracht; er hat meistens 3 durch Feuerkanäle, *carnaux*, mit einander in Verbindung stehende Brennräume, von denen der unterste der Gutofen, Glutbrennofen heißt, *four à couvert*, der obere der Verglühofen, *four à dégourdi*, über dem zweiten ist noch ein gewölbter Raum, (*globe*), in welchem man Kapseln brennt, der in den langen, runden Schornstein ausmündet. In der hiesigen Königl. Porzellanmanufaktur sind 6 Brennöfen in stetem Gang, 1829 wurden 400 Brände gemacht. Man brennt allgemein Holz und zwar bei uns Kienholz von gewöhnlicher Qualität, in Frankreich Birkenholz, Pappelholz; Torf ist, wie Erfahrungen hier gelehrt haben, wegen der vielen Asche, wodurch die Kapseln verglasen und leicht zerspringen, nicht praktisch brauchbar. Steinkohlen werden in England allgemein, auch bei uns (Sanitätsgeschirrfabrik) angewendet, es müssen Stückkohlen und backende sein, die stark Flamme geben; auch hier ist die Asche

*) Ueberhaupt ist der Artikel „englisches Steingut“ zu vergleichen, indem sehr vieles dort weitläufiger abgehandelt ist.

nachtheilig. Man wendet auch noch liegende Oefen an, wie in den thüringschen Fabriken, und bis vor einigen Jahren in Meissen und Wien; sie verzehren weit mehr Brennmaterial, als die Etagenöfen, geben eine sehr ungleiche Hitze, so daß man gezwungen ist, verschiedene Massenversätze zu machen, und einen Theil des Ofens ganz unbenutzt lassen muß. — Die verglühten Geschirre werden hierauf glasirt, *passer en couvert*. Das Material zur Glasur ist eine erdige Masse, welche in heftigem Feuer, ohne Zusatz eines Alkalis oder Bleioxyds, zu einem farblosen, durchsichtigen Glas schmilzt, welches das durchs Gutbrennen weich gewordne Porzellan überdeckt, und die weiße Farbe desselben durchscheinen läßt. Man bedient sich zur Glasur theils des Feldspaths, welcher in höhern Hitzgraden schmilzt, auch des Gypses und Sands in Verbindung mit einem Zusatz von feingemahlten Porzellanscherben.

[Die Glasurmasse zu Sèvres besteht nach *Berthier* aus 73,0 Kieselerde, 16,2 Thonerde, 8,4 Kali (0,6 Wasser), sie wird aus Quarz und Feldspath bereitet. Die Berliner Glasur besteht aus Gyps, Kiesel, Porzellanscherben und etwas Porzellanerde. Der Zusatz von Gyps, den man nicht selten macht, soll die Schmelzbarkeit befördern, leicht wird aber dadurch ein Stich ins Grüne bedingt; zu viel Porzellanscherbenzusatz bewirkt, daß in der Glasur sehr viele feine Pünktchen sichtbar werden, *coque d'oeuf*, es sieht aus wie Eierschalen.]

Die zur Glasur erforderlichen Materialien werden sehr fein gemahlen und zu einem dünnen Brei mit Wasser angemengt. In diesen taucht man die verglühte Waare ein, oder zieht sie durch, *tremper, poser par immersion*, und trägt mit einem Pinsel die Flüssigkeit auf denjenigen Stellen auf, an welchen das Geschirr angefaßt wurde. Sodann wird die Glasurmasse vom Fuß der Waaren mit hölzernen Schablonen abgeschabt und abgebürstet, damit sie nicht auf dem Boden der Kapsel beim Gutbrennen ankleben. Sind die Waaren trocken, so werden sie in Kapseln eingesetzt, *encaster, encastage*, und zwar entweder jedes Stück in eine einzelne, oder mehrere kleinere Stücke, wie z. B. Tassen, Schälchen, neben einander in einer. Man stellt die Waaren auf eigens gefertigte runde Thonplatten, Pumbse, *rondeau*, die aus Kapselmasse mittelst eiserner Formen auf ebenen Brettern geformt, mit einem Drahtplatt abgeschnitten, mit Thonschlicker und Sand überzogen, gebrannt, in die mit Sand bestreuten Kapseln gelegt werden, damit sich die Geschirre beim heftigen Feuer, in welchem die Masse weich wird und sich leicht verunstaltet, nicht krumm ziehen kann; aus diesem Grunde kann man auch die einzelnen Geschirre nicht aufeinander stellen, oder auf 3 Punkten allein unterstützen, wie in den Kokern der Steingutfabriken, es muß vielmehr der Boden der Geschirre in allen Berührungspunkten durch eine

ommen horizontale Ebne unterstützt werden. Dieses alles macht Waare, abgesehen von der weit schwierigeren Anfertigung durch For- etc., weit theurer als Steingut, da so viele Kapseln gebraucht werden, welche bei dem mindesten Verziehen im Feuer, oder durchs Zer- gen als unbrauchbar verworfen werden müssen. Endlich können weit weniger Porzellangeschirre auf einmal im Ofen gebrannt werden als Steingut, da jedes Porzellangeschirr einer eignen Kapsel bedarf; Teller von Porzellan nehmen mit ihren Kapseln eben so viel Platz als 38 Steingutteller. — Die Kapseln werden nach dem Füllen mit Schirre verklebt.

Das Einsetzen der Kapseln in den Ofen, *enfournement*, das An- en der Kapselcolonnen, *piles* oder *files*, *bungs*, die Bildung der igen Feuergänge ist eine sehr wichtige Sache, die große Erfah- und Umsicht erfordert, um sowohl in den äußersten Colonnen, die Ausmündungen der Feuerungen zunächst stehen, als auch in den ern, gleichen Effect zu erzielen; hiervon hängt das ganze Gelingen Brands ab. Der Boden des Ofens ist wagerecht, mit gepulver- Kapselscherben bedeckt. Nach vollendetem Einsetzen der Kapsel- e wird die Einsatzöffnung mit 3 Reihen feuerfester Steine ver- ert, in derselben ein Probelloch, *trou de montre*, *visière*, von 5 i Zoll ins Geviert ausgespart, und mit beweglichen Steinen ver- assen und verstrichen; ähnliche Oeffnungen sind in der Umfassungs- r des Ofens angebracht und zwar 5 oder 6, eine immer höher als ndere, um durch dieselben Probescherben, *montres*, ziehen zu kön- (das Probeziehen, *tirer des montres*). Zu dem Ende werden gla- Porzellanscherben in eigens dazu verfertigten vorn offenen Probe- In den Probeöffnungen gegenüber in die Kapselreihen eingesetzt. beurtheilt aus der Beschaffenheit dieser Scherben den Gang des s, die Wirkung des Feuers. Man heizt anfangs schwach, Vor- rung, (Lavierfeuer, Flattirfeuer), *petit feu*, *trempe*, allmählig er, bis der Ofen völlig roth glüht, wozu etwa 12 bis 15 Stunden derlich sind; sodann wird das Feuer bis zur stärksten Weißglüh- vermehrt, Scharfffeuer, *grand feu*, welches 17 bis 18 Stunden in den Berliner Oefen unterhalten wird, so daß einige 30 Stunden der Ofen gefeuert wird. Der Verbrauch an Brennholz beträgt hier inen Brand ungefähr 1½ Haufen. Die Hitze im Gutofen zu Sèvres 34° W., die im Berliner Ofen größer, indem Stückchen von den festen en, mit welchen der Gutofen zu Sèvres aufgeführt ist, ner Berliner Porzellantasse in den Gutofen eingesetzt sich in eine ge Schlacke verwandelten. Die Hitze steigt so hoch in demselben, Stabeisen, in eine Kapsel eingesetzt, sich verschlackt und verflüch-

tigt. Ist das Guthbrennen vollendet, so werden alle Feuerungen dicht verstricken, die Klappe im Schornstein geschlossen, bis der Ofen nach 3 oder 4 Tagen abgekühlt ist, darauf werden die Kapseln herausgenommen, *défourner*, die Geschirre sorgfältig sortirt, die tadellosen theils als Weisporzellan verkauft, theils noch auf der Glasur bemalt, vergoldet, diejenigen aber, die mit der Kapsel in Berührung waren, auf einer Porzellanscheibe abgeschliffen, und auf einer Holzscheibe polirt. Man pflegt auch auf die Stellen, die von Glasur entblößt sind, eine sehr leichtflüssige Glasur aufzutragen, *blanc de gorge*, und unter der Muffel einzubrennen. Dieselbe muß möglichst gleiche Farbe mit der Porzellanglasur besitzen. Die zurückgestellten mangelhaften Geschirre werden zerbrochen und zur Glasur vermahlen.

Das Porzellan besitzt eine angenehme weiße Farbe, die manchmal etwas ins bläuliche, graue, und gelbliche sticht, ist an dünnen Stellen durchscheinend, im Bruch flachmuschlig, feinkörnig, etwas fettglänzend, saugt die feuchte Zunge nicht an, da die Masse nicht wie die des Steinguts und Fayences hartgebrannter Thon ist, sondern im Feuer halbgeflossen; davon rührt auch die Durchscheinendheit, der Klang, die Beschaffenheit des Bruchs ab. Die Glasur auf dem Porzellan bildet eine dünne Fläche farblosen Glases, welches durchsichtig die weiße Farbe der Masse durchscheinen läßt. Nicht wenig Porzellan wird unter der Glasur bemalt auch bedruckt (vergleiche den Artikel „englisches Steingut“), zu welchem Endzweck man zeither bloß Chromoxyd, Uranoxyd und Kobaltoxyd als Pigmente wegen ihrer Feuerbeständigkeit hat anwenden können. Diese Art Malerei, *couleurs au grand feu*, ist, da das besondere Einbrennen in der Muffel erspart wird, natürlich wohlfeiler als auf der Glasur, aber auch nur auf wenige Farben beschränkt. — Was die zum Porzellanmalen nöthigen Farben betrifft, so vergleiche man das bei dem Artikel „Glas“ Seite 385 gesagte, welches auch für die Porzellanmalerei im Allgemeinen gilt. Das am häufigsten angewendete Flussmittel ist Bleiglas, ein höchst basisch kiesels. Bleioxyd; bei gewissen Metallfarben setzt man noch etwas Borax hinzu. Die Mischung des Flussmittels muß so sein, daß das dadurch geschmolzene Glas einen schnellen Temperaturwechsel eben so gut erträgt, als das Porzellan, und nicht rissig wird; ein zu großer Zusatz von Flüssen macht die Porzellanfarben matt. Sämmtliche Flüsse müssen den Farben gleiche Schmelzbarkeit ertheilen, so daß sie beim Einbrennen alle gleichzeitig in Fluß kommen.

[Die gebräuchlichsten Farben, *couleurs de moufle*, sind:

Goldpurpur, man mischt ihn mit Fluß und malt mit dem Gemisch, ohne vorher den Farbstoff mit dem Fluß zusammenzuschmelzen. Es giebt ein schönes Purpurroth, erfordert sorgfältige Beobachtung der

Hitze beim Einbrennen, wenn die Farbe nicht verlieren soll. Ein Zusatz von Silber macht eine rosenrothe Tinte; durch Zusatz von Kobaltoxyd erhält man Violet. Die rothen Farben werden im Gutofen gänzlich verflüchtigt.

Eisenoxyd giebt auch eine rothe Farbe, welche zwischen ziegelroth und granatroth mitten inne steht; man vermischt das Eisenoxyd mit Kiesel, Borax- und Bleiglas; vermischt man Eisenoxyd mit Eisenoxydul, so erhält man, nach Maßgabe der Mischung, verschiedene braunrothe Nüancen, kastanienbraun etc. — Fleischroth, Thonerde und Eisenoxyd. Braune Farbentöne werden aus Eisen- und Manganoxyd zusammen gemischt, welche man mit dem Flufs vorher schmilzt.

Spießglanzige Säure (*Antimonium diaphoreticum*), mit Bleiglas vermischt, giebt gelb; mitunter setzt man auch noch Zinnoxid hinzu; ein Zusatz von etwas Eisenoxyd macht eine Saffranfarbe, dann schmilzt man aber das Ganze vorher zusammen. — Uranoxyd mit Bleioxyd gemischt giebt eine strohgelbe Farbe.

Kobaltoxyd giebt blau; ein Zusatz von Zinn- und Zinkoxyd giebt die hellern Farbentöne. Kobaltoxyd fängt an in großer Hitze sich zu verflüchtigen, weshalb man im Gutofen in einer Kapsel nicht mit Blau bemalte und weiße Geschirre zusammen einsetzen darf, es wird sonst die weiße Glasur einen bläulichen Stich haben.

Kupferoxyd (und zwar das schnell niedergefallne durch Niederschlagung eines Kupferoxydsalzes mittelst Kali) giebt ein dunkles Grün, welches im Gutofen sich verflüchtigt, wogegen Chromoxydul diese heftige Hitze verträgt.

Uranoxyd giebt in der Hitze, wobei es zum Oxydul desoxydirt wird, ein feines Schwarz; gewöhnlich setzt man eine schwarze Farbe aus Eisenoxydul, Mangan- und Kobaltoxyd künstlich zusammen; in Frankreich pflegt man statt Eisenoxydul Kupferoxyd zu nehmen, letzteres ist jedoch nicht feuerbeständig und durch Desoxydation leicht veränderlich; setzt man viel Flufs zu, so wird die Farbe grau.

Die Vorschriften zur Darstellung von Porzellanfarben, welche man hie und da in quantitativen Verhältnissen angegeben findet, haben einen sehr relativen Werth, einmal und hauptsächlich weil die Porzellanglasuren und Feuersgrade sehr verschieden sind, und zweitens dieser Gegenstand auf den Fabriken als ein wichtiges Geheimniß betrachtet wird.]

Die Metallfarben werden mit ihren Flüssen auf einem Reibstein mit Läufer fein gerieben, wobei man entweder Wasser, oder Spicköl anwendet; sie werden trocken aufbewahrt, und beim jedesmaligen Gebrauch von neuem mit Spicköl abgerieben, welchem man ein wenig altes, dick gewordnes, oder durchs Abdampfen verdicktes Oel zusetzt. Das Technische des Malens selbst gehört nicht hierher, und läßt sich nicht mit kurzen Worten verständlich machen. — Das Einbrennen der Porzellanmalereien geschieht ebenso, wie das der Glasmalereien, in der Muffel, (vergleiche das oben Seite 387 angeführte). Man stellt die einzelnen Geschirre eins über das andere so auf, daß sie sich nicht berühren, und von den Wänden der aus feuerfestem Thon gefertigten Muffeln gehörig abstehen. Man legt zwischen die Geschirre verschieden geformte, aus Porzellanmasse gefertigte, verglühte Untersetzer, Brunen, Ringe mit 3 kleinen Füßen, die auf die glasierte Fläche gelegt werden, auf welche man das zweite Geschirr stellt. Ist die Muffel angefüllt, so wird sie mit einer Vorsetzplatte geschlossen und verklebt. In derselben ist aber unten eine Oeffnung mit einem Rohr aus gleicher Masse angebracht, um mittelst einer Zange kleine bemalte Porzellanscherben ziehen zu können, welche man hinter der Oeffnung aufgestellt hat.

gehörig abgerieben, ~~abgerieben~~, und dann mit Blutstein polirt.
Der Arbeiter faßt das Geschirr mit einem leinenen Tuch an.
Schweiß der Hände dem Glanz des Golds nachtheilig ist. Es
sollen die Goldgründe matt bleiben und nur einige Zeichnungen
glänzend hervortreten, diese werden dann mittelst Blutstein
Um einen gleichförmigen matten Grund zu erhalten, polirt man
flache nur leicht und bringt das Geschirr nochmals unter die

[Einige Notizen über die Fabrikationsquantität an weißem Porzellan
königl. Porzellanmanufaktur zu Berlin, welche ich der Güte d.
Bergrath Frick verdanke. Im Jahre 1829 wurden verarbeitet
der Porzellanerde, 1080 Ctr. Feldspath, 209 Ctr. Sand,
Ballen Masse, zu 20 Pfd., gefertigt. Zu den Kapseln und M
den verbraucht 21000 Ctr. Thon, 24400 Ctr. Charnotte,
fertigt 188000 Stück Tellerkapseln und 327000 Stück Schäl

An Porzellangeschirren wurden gefertigt, 745000 Stück
Sorten, in Specie 430000 Stück Kaffeegeschirr, 133000 St
schirr, 27000 Stück blau, schwarz und grün unter der Glas
Geschirre, bei 400 Bränden; Arbeiter waren 246; für verkauf
Porzellan wurden eingenommen 136000 Rthlr. — Seit 18
einschließlich sind 720000 Stück Tel r gefertigt worden.]

In Berlin wird außer dem Porzellan noch eine wohlfeile
Geschirr unter dem Namen Sanitätsgut, Gesundheit
fabrizirt; die Masse desselben ist ein Gemisch von Porzellan
 $\frac{1}{2}$ feuerfesten Thon; sie wird aus freier Hand gedreht, dab
zelnem Geschirre nicht so genau gleicher Größe und Form
das Porzellan, aber, weil diese Arbeit schneller vollbracht
kann, wohlfeiler. Die Glasur ist ganz dieselbe. Da jetzt die
Porzellans bedeutend ermäßigt sind, so ist der Unterschied im
schen Gesundheitsgeschirr und Porzellan nicht mehr so groß.

b) Frittenporzellan.

Vorn Seite 524 ist bereits erwähnt worden, daß das F
lan, *porcelaine tendre*, *iron stone china*, früher gefertigt
das Feldspathporzellan. Es wird aus einem weißen feuer
mit einem Zusatz von Glasfritte (Kiesels, Kali, Kiesels, N

Da jedoch die Masse zu wenig Zähigkeit und Bildsamkeit hat, so setzt man $\frac{1}{2}$ des Gewichts der Masse einer Mischung von schwarzer Seife und Pergamentleim, oder noch besser Tragantenschleim statt Seife zu, was jedoch nicht hinlänglich ist, um die Geschirre auf der Scheibe aufdrehen zu können, weshalb alles in Gypsformen, die aus 2 Hälften bestehen, modellirt und gepreßt werden muß. Sind die Geschirre ein wenig getrocknet, so werden sie abgedreht. Frittenporzellan erfordert eine geringere Hitze zum Gaarbrennen, als Feldspathporzellan, verzieht sich sehr leicht, weshalb man die Geschirre theils über Formen von verfesten Thon brennt, welcher gleiche Schwindung mit dem Porzellan hat, *renversoirs*, oder mit Thonstücken unterstützt, damit die Form nicht durchs Weichwerden leide. Letztere können natürlich nur einmal gebraucht werden. Dafs auch hier das Brennen in Kapseln geschieht, versteht sich von selbst. Der Ofen ist ganz derselbe wie beim Feldspathporzellan, er hat 2 Abtheilungen, in der untern wird Biscuit gebrannt, in der obern die Glasur, wozu geringere Hitze erforderlich ist, als zum Biscuit; beim Biscuitbrennen beträgt die Schwindung $\frac{1}{4}$, der Brand dauert 75 bis 100 Stunden. Die Glasur ist ein Bleiglas, welches aus 27 Th. feinem Sand, 11 Quarzpulver, 15 Pottasche, 9 Soda und 3 Bleioxyd bereitet wird. Man setzt das Gemeng in Schmelzriegel vertheilt in den Gutofen und läßt es fließen; darauf wird das Glas zerhackt, nochmals geschmolzen, fein gepulvert, mit Wasser (und Essig) gemengt, und damit auf gewöhnliche Art glasirt, nur mit dem Unterschiede, dafs, da das verglühte Gut nicht porös genug ist, um die Flüssigkeit einzusaugen, diese Operation nicht durchs Eintauchen vertheilt werden kann. Die glasirten Geschirre werden einzeln in Kapseln in der obern Etage des Brennofens gebrannt, wobei kein Verziehen und Weichwerden mehr statt findet, sondern allein die Glasur in Flufs kommt; auf die erste Schicht derselben, da sie meistens ungleich ausfällt, trägt man eine zweite auf.

Aus dem Gesagten geht hervor, dafs die Anfertigung des Frittenporzellans schwieriger ist, als die des Feldspathporzellans, die Masse teurer, das Bearbeiten umständlicher, viel Bruch nicht zu vermeiden. Die Masse ist aber durchscheinender, jedoch gelblich, sie verträgt keinen beträchtlichen Temperaturwechsel ohne zu zerspringen. In Betreff der Malerei auf Frittenporzellan ist noch zu bemerken, dafs wegen des Gehalts der Glasur mehrere Metalloxyde nicht aufgemalt werden können.

Frittenporzellan von Tournay,

Kieselerde	75,3
Thonerde	8,2
Kali	5,9
Natron	
Kalk	10,0
Wasser	0,6
	<hr/> 100,0.

Das Frittenporzellan von Tournay, dessen Analyse *Berthier*, (a. a. O.) geliefert hat, wird aus Thon, Kreide und Soda gefertigt, es ist sehr leicht flüssig, wenig zerbrechlich, weshalb es in Restaurationen in Frankreich häufig gebraucht wird.]

In England verfertigt man unter dem Namen *iron stone china* viel Frittenporzellan, welches bei der Fabrikation weniger Schwierigkeit verursacht, und der Gesundheit der Arbeiter nicht nachtheilig ist. Ein Zusatz von Knochenasche bedingt, als Flufsmittel, die Durchsichtigkeit, trägt aber auch zur Sprödigkeit bei, so dafs es einen mäßigen Temperaturwechsel nicht aushält. In Folgendem sind Vorschriften dazu:

[8 Eimer (20 Quart englisch) Schlamm von blauen Thon (das Quart 20 Unzen wiegend), 6 Eimer Schlamm von gebrannten Knochen (das Quart zu 4 Pfund), 120 Pfund Kaolin (*china clay*), 120 Pfund zersetzter Granit, 1 Unze Kobaltblau (*Smalto*). — Die Glasur dazu: 20 Pfd. Flintglas, 20 Pfd. gebrannter Kiesel, 56 Pfd. zersetzter Granit, 48 Pfd. Borax, 1 Unze Kobaltblau. Diese Masse wird geschmolzen, zerstoßen und mit 60 Pfd. Bleiweiß vermischt, auf der Glasermühle gemahlen und fein gesiebt. — Eine andere Composition ist: Sand von Lynn 150, Knochenasche 300, Pottasche 10; der Fritte von diesen Substanzen setzt man 100 Kaolin zu. Die Glasur besteht aus: zersetztem Granit 45, Kiesel 12, Borax 15, Flintglas 20, die Fritte davon wird mit 12 Mennige vermischt.

Man fertigt aber auch in England ohne Knochenasche ein Frittenporzellan, wie folgende Massenverhältnisse beweisen: 60 zersetzter Granit, 40 Thon und 2 Flintglas; die Glasur aus: 30 Granit, 15 Kiesel, 6 Mennige, 5 Soda, diese werden gefritten und zu 44 Th. der Fritte 23 Flintglas und 15 Bleiweiß gesetzt. Auch soll man mit Schwefelspath und kohlen. Strontian Massen fertigen.]

Es ist einleuchtend, daß zum Glattbrennen eines solchen Porzellans weniger Hitze erforderlich ist, als zum Brennen des echten Feldspathporzellans, daß die Glasur weit leichter schmelzen muß, da sie viel Bleioxyd, Glas und Borax enthält, es steht aber in Güte dem echten beträchtlich nach. Die Construction der Brennöfen in den Potteries bedingen durchaus nicht die Erzeugung einer hinlänglichen Hitze, um echtes Porzellan brennen zu können. — Frittenporzellan wird in England zu Chelsea, Coalport, Derby gefertigt.

[Ueber Porzellan siehe Brongniart im D. d. sc. n. T. III. p. 78. und im D. t. T. XVII. p. 279. — Bastenaire-Daudenart *l'art de fabriquer la porcelaine*, Paris 1827, 2 Tom. Klaproth und Wolfs Wörterbuch der Chemie Artikel „Thonwaaren“ (was Porzellan betrifft zum größten Theil von Hrn. Geb. Bergrath Frick, Dirigenten der Fabrikation von weißem Porzellan in der königl. Manufaktur zu Berlin bearbeitet). Ueber Porzellanmalerei das D. t. T. XV. p. 486. — St. Amand im Bullet. d. l. société d'Encour. 1829. p. 157. — P. ch. E. Vol. II. p. 73. — Krünitz ökonomisch-technologische Encyclopädie Bd. 115. Artikel „Porzellan“ (unvollendet).]

Fig 8

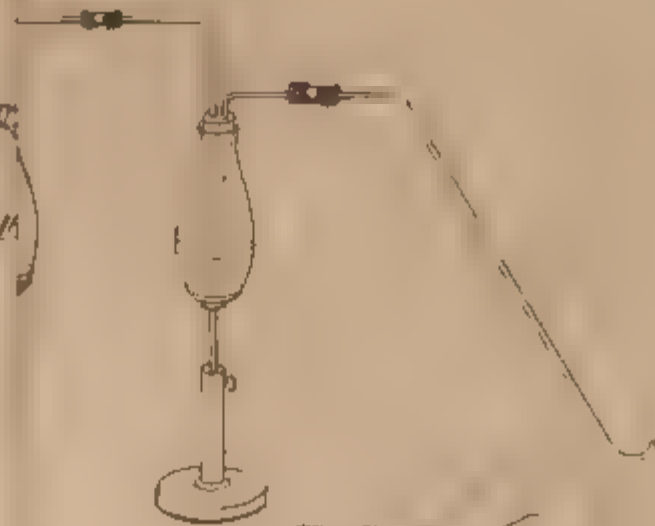
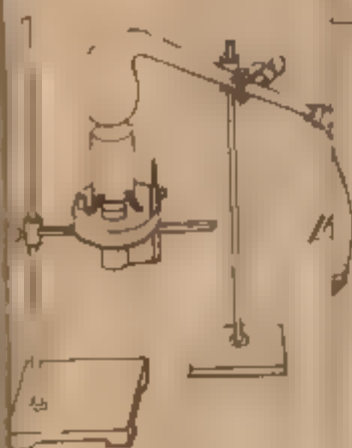


Fig 9

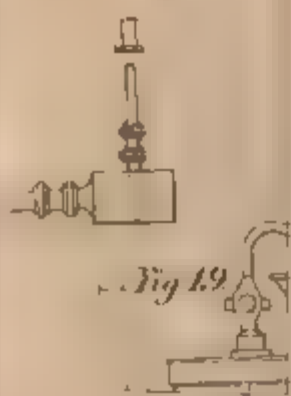
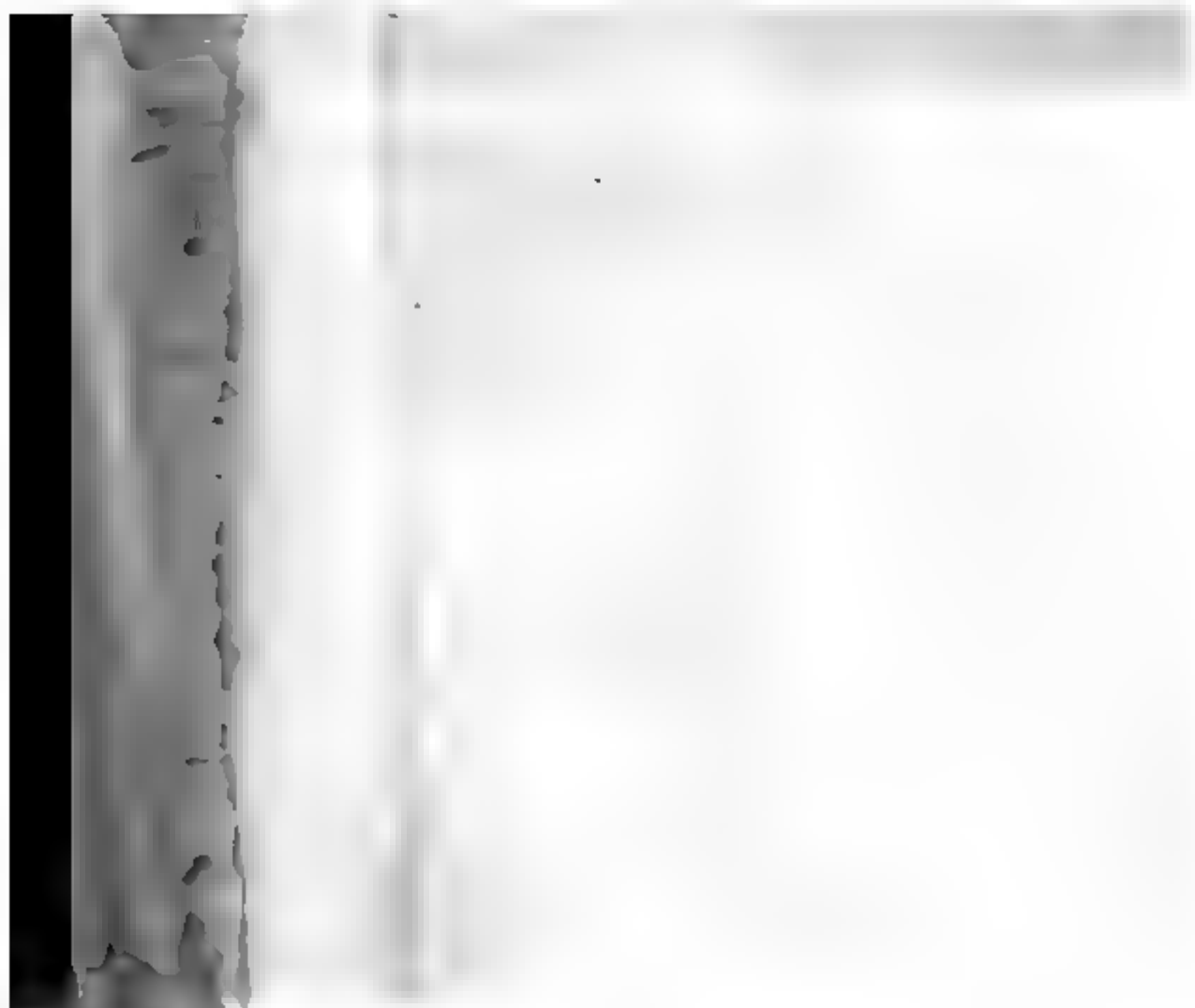


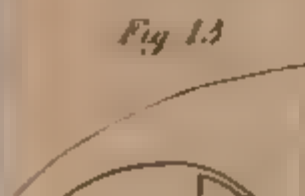
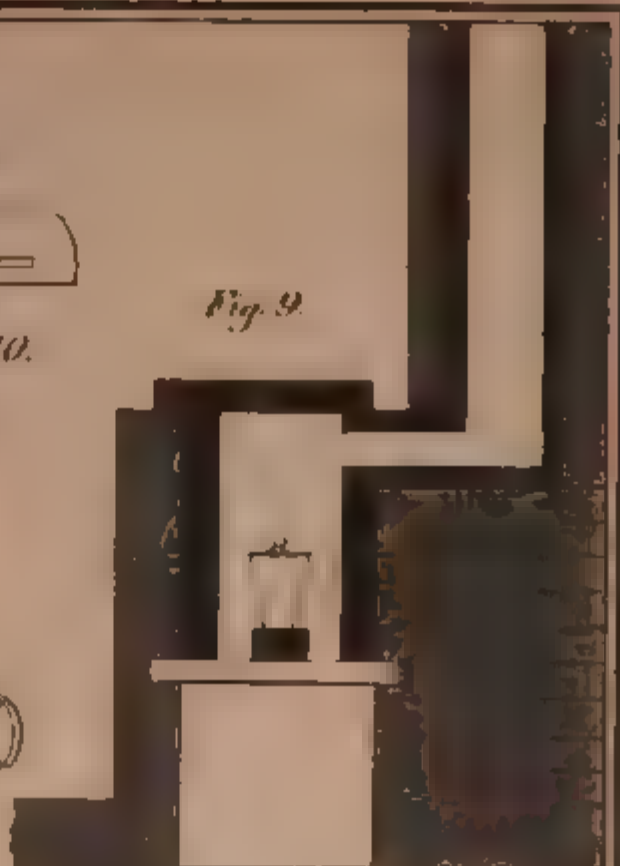
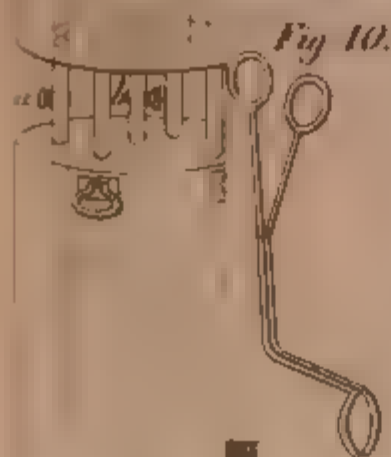
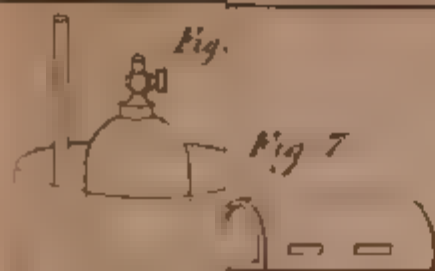
Fig 19

Fig 26





Tafel II



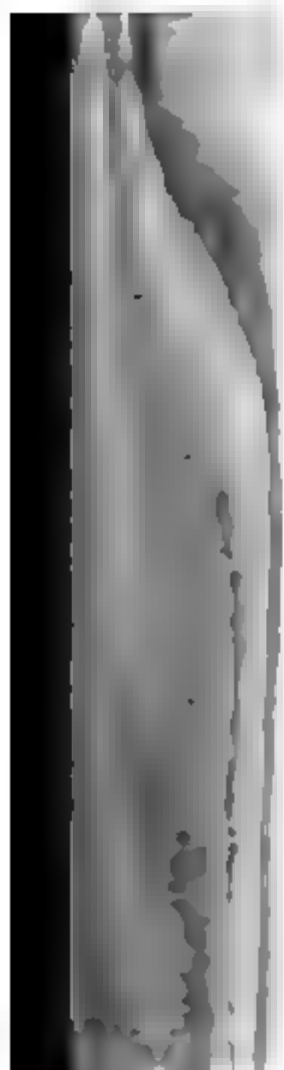


Fig 3

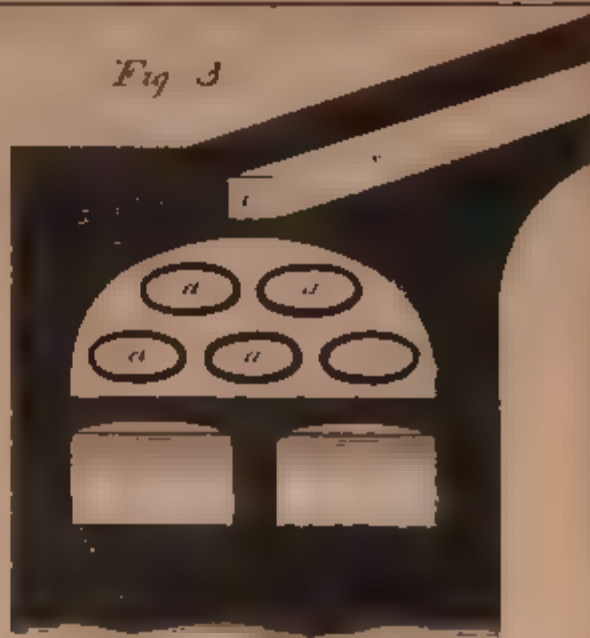


Fig. 6.



Maßstab von Fig 1 bis 7



Maßstab von Fig 10



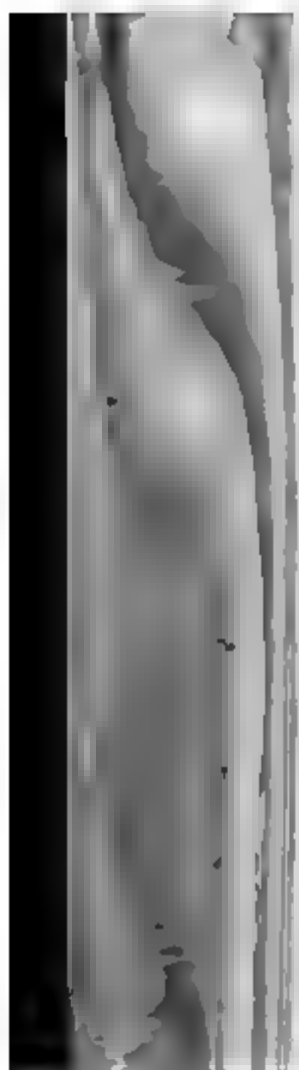


Fig. 10.

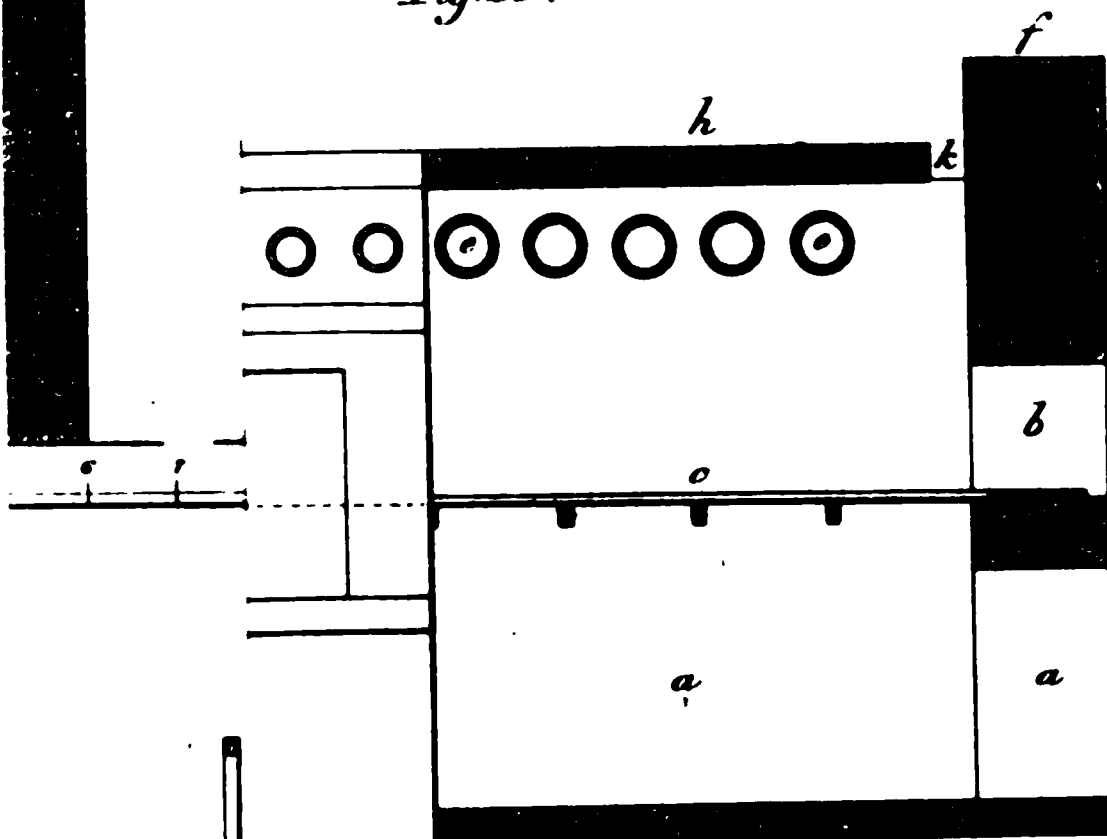


Fig. 11.



Fig. 2

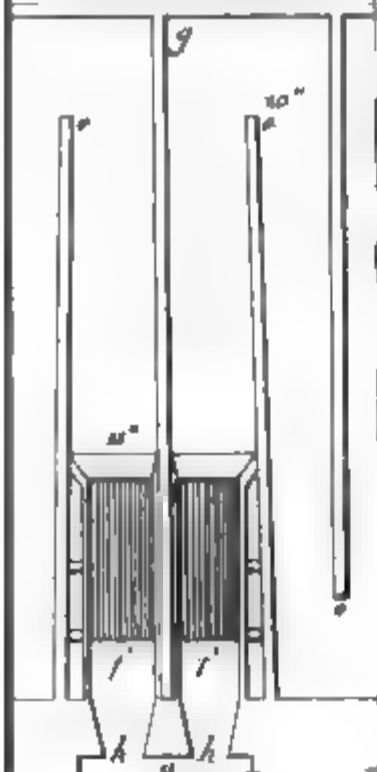


Fig. 12.

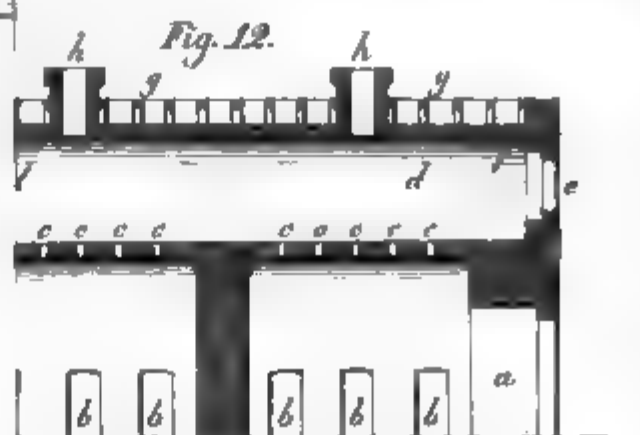


Fig. 5.







STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
STANFORD AUXILIARY LIBRARY 1 & 2
STANFORD, CALIFORNIA 94305-6059

(650) 723-9201

salcirculation@stanford.edu

All books are subject to recall.

DATE DUE

174652

